



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes
Programa de Pós-Graduação em Música

**Aspectos da Aplicação da Geometria Plana Analítica como
Elemento de Formalização na Composição Musical**

Wander Vieira Rodrigues

João Pessoa
Março 2010



**Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes
Programa de Pós-Graduação em Música**

**Aspectos da Aplicação da Geometria Plana Analítica
como Elemento de Formalização na Composição
Musical**

Ensaio Analítico

Ensaio analítico apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Música da UFPB (Universidade Federal da Paraíba), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Música – Composição, linha de pesquisa “processos e teorias composicionais”.

Wander Vieira Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. J. Orlando Alves

Co-orientador: Prof. Dr. Antônio Joaquim Rodrigues Feitosa

João Pessoa
Março 2010

R696a Rodrigues, Wander Vieira.
Aspectos da Aplicação da Geometria Plana Analítica como
Elemento de Formalização na Composição Musical / Wander
Vieira Rodrigues. – João Pessoa, 2010.
f: il. 107
Orientador: J.Orlando Alves.
Dissertação (Mestrado) – UFPb - CCHLA

1. Planejamento Composicional Formalizado. 2. Música
Textural. 3. Geometria Plana Analítica.

UFPb/BC

CDU:78(043)

Responsável pela catalogação: Maria de Fátima dos Santos Alves-CRB -15/149



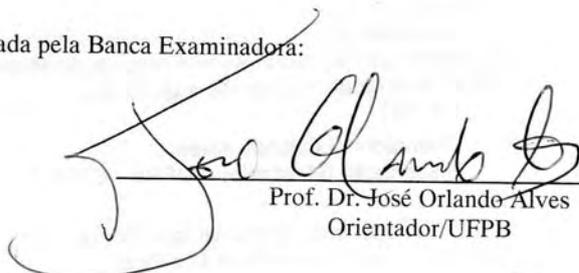
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA**

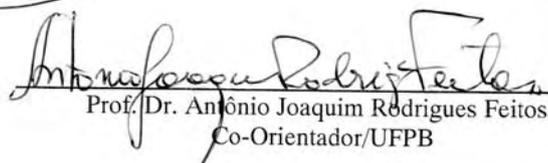
DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

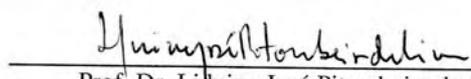
Título da Dissertação: **“Aspectos da Aplicação da Geometria Plana Analítica como Elemento de Formalização na Composição Musical”**

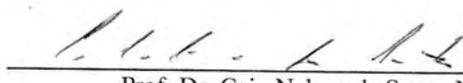
Mestrando: Wander Vieira Rodrigues

Dissertação aprovada pela Banca Examinadora:


Prof. Dr. José Orlando Alves
Orientador/UFPB


Prof. Dr. Antônio Joaquim Rodrigues Feitosa
Co-Orientador/UFPB


Prof. Dr. Liduino José Pitombeira de Oliveira
Membro/UFPB


Prof. Dr. Caio Nelson de Senna Neto
Membro/UNIRIO/RJ

João Pessoa, 22 de março de 2010.

Dedico este trabalho aos meus pais:
Walter Colaço Rodrigues e Eli Maria de Melo Vieira

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. J. Orlando Alves, orientador deste ensaio analítico, por todo empenho e compreensão. Gostaria de ratificar a sua competência, participação com discussões, correções, revisões e sugestões que fizeram com que concluíssemos este trabalho. Ao Prof. Dr. Antônio Joaquim Rodrigues Feitosa, co-orientador deste ensaio, por sua ajuda, interesse, correções e sábias idéias.

Ao Prof. Dr. Liduino Pitombeira, pela sua colaboração na avaliação do trabalho, detalhismo e competência.

Ao Prof. Dr. Eli-Eri Moura, Prof. Dr. Didier Guigue e a todos os demais que compõem o programa de Pós-Graduação em Música da UFPB, pela atenção, pela qualidade nos trabalhos desenvolvidos e votos de boas vindas.

À secretária Izilda Carvalho, por sua força, entusiasmo e atenção contagiante na administração de meu calendário de atividades, sendo uma profissional extremamente dedicada.

Aos amigos Prof. Dr. Paulo Gileno Gysneiros e ao Prof. Jader de Alemão Cysneiros que foram peças-chaves para a realização desse curso.

À minha amiga Cremilda Mattos pela toda atenção em toda minha carreira.

Aos meus irmãos e familiares que sempre me deram amor e força, valorizando meus potenciais.

A todos os meus amigos, amigas e colegas que sempre estiveram presentes trocando idéias, compartilhando material de trabalho de forma cordial e dedicada.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução desse trabalho de mestrado.

Resumo

O presente ensaio analítico tem como objetivo descrever o processo de formalização composicional a partir da utilização de princípios da geometria plana analítica na criação da obra *Euclidianas* que é um ciclo sinfônico composto por três peças: *Transmutações I, II e III*. Assim, o trabalho está dividido em três pontos importantes: o planejamento macro-estrutural, o planejamento geométrico e a realização musical.

Além das questões envolvendo os processos texturais de conexão e contraste abordados por Mary Wennerstrom, o planejamento tem ênfase na variação do parâmetro densidade desenvolvido por Wallace Berry. Esses conceitos foram associados aos princípios da geometria analítica, como, por exemplo, processos de rotação, aumento, diminuição e deformação em sua disposição individual e composta para moldar os desdobramentos de agregados sonoros na composição.

Este trabalho foi concebido para a compreensão dos aspectos básicos que envolvem um processo composicional formalizado, que é de grande valia para o aprendizado e utilização de ferramentas disponíveis e desenvolvidas na música do séc. XX.

Palavras-chave: Planejamento Composicional Formalizado, Música Textural, Geometria Plana Analítica.

Abstract

This essay aims at describing a formalized compositional process that applies principles of analytical plain geometry in order to compose the symphonic music *Euclidianas*, which is a cycle consisting of three pieces: *Transmutações I, II e III*. Thus, this work is made up by three important points: The macro structural planning, the geometrical planning, and the musical composition.

Besides the questions involving the process of textural connection and contrast approached by Mary Wennerstrom, the planning is emphasized by variation of the density parameter developed by Wallace Berry. These concepts were associated with the principles of analytical geometry, such as rotation, augmentation, diminution and deformation process in their individual or compound disposition to mold and develop the sound aggregates in the composition.

The conception of this work based on the understanding of some aspects that are related to the formalized compositional process, which is very important to the learning and to the application of some available and developed tools in twentieth century music.

Keywords: Formalized Compositional Planning, Textural Music, Analytical Plain Geometry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Trecho da peça <i>Threnody</i> de Penderecki, com as formações triangulares assinaladas para entrada das cordas.....	17
Figura 2 - Trecho da peça <i>Ramifications</i> de Ligeti com formação de quadrados.	17
Figura 3 - <i>Trois Poèmes d'Henri Michaux</i> de Lutoslawsky	17
Figura 4 - Ilustração de um sistema de eixo cartesiano ou plano cartesiano.....	18
Figura 5 - Partitura de <i>Transmutações I</i> com os onze primeiros compassos	37
Figura 6 - <i>Transmutações I</i> , do compasso 11 ao 18.....	37
Figura 7 - <i>Transmutações I</i> , do compasso 90 a 98.....	39
Figura 8 - Realização musical dos retângulos da figura 3 e 4 da Parte B, compassos 96 a 101	39
Figura 9 - Trecho da terceira parte de <i>Transmutações I</i> , compassos 168 ao 184.....	41
Figura 10 - Primeiro agregado de <i>Transmutações II</i> da Parte A, compasso 1 ao 12	58
Figura 11 - Segundo agregado de <i>Transmutações II</i> - Parte A, compasso 13 ao 25.....	59
Figura 12 - Terceiro agregado de <i>Transmutações II</i> - Parte A, compasso 26 ao 35	60
Figura 13 - Dez primeiros compassos de <i>Transmutações II</i> da Parte B, compasso 88 ao 97	62
Figura 14 - <i>Transmutações II</i> - Parte B, compasso 96 ao 98	63
Figura 15 - <i>Transmutações II</i> - Parte C, compasso 189 ao 198	64
Figura 16 - <i>Transmutações II</i> - Parte C, compasso 199 ao 206	65
Figura 17 - Primeiros momentos de <i>Transmutações III</i> da Parte A, compasso 1 ao 6...88	
Figura 18 - Quinto agregado de <i>Transmutações III</i> - Parte A, compasso 7 ao 9	89
Figura 19 - Sexto agregado de <i>Transmutações III</i> - Parte A, compasso 10 ao 12	90
Figura 20 - Seis primeiros compassos de <i>Transmutações III</i> da Parte B, compasso 68 ao 73	92
Figura 21 - <i>Transmutações III</i> - Parte B, compasso 74 ao 75	93
Figura 22 - <i>Transmutações III</i> - Parte C, compassos 130 ao 133.....	94
Figura 23 - <i>Transmutações III</i> - Parte C, compassos 134 ao 137.....	95
Figura 24 - <i>Transmutações III</i> - Parte C, compassos 138 a 141.....	96
Figura 25 - <i>Transmutações III</i> - Parte D, compassos 192 ao 199	98
Figura 26 - <i>Transmutações III</i> - Parte D, compassos 200 ao 203	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Organização macro-estrutural <i>Transmutações I</i>	25
Tabela 2 - Figura Geométrica 1/Parte A - <i>Transmutações I</i>	26
Tabela 3 - Figura Geométrica 2/Parte A - <i>Transmutações I</i>	27
Tabela 4 - Figura Geométrica 3/Parte A - <i>Transmutações I</i>	28
Tabela 5 - Figura Geométrica 1/Parte B - <i>Transmutações I</i>	30
Tabela 6 - Figura Geométrica 2/Parte B - <i>Transmutações I</i>	31
Tabela 7 - Figura Geométrica 3/Parte B - <i>Transmutações I</i>	31
Tabela 8 - Figura Geométrica 4/Parte B - <i>Transmutações I</i>	32
Tabela 9 - Figura Geométrica 1/Parte A' - <i>Transmutações I</i>	34
Tabela 10 - Organização macro-estrutural <i>Transmutações II</i>	43
Tabela 11 - Figura Geométrica 1/Parte A - <i>Transmutações II</i>	45
Tabela 12 - Figura Geométrica 2/Parte A - <i>Transmutações II</i>	46/47
Tabela 13 - Figura Geométrica 3/Parte A - <i>Transmutações II</i>	48
Tabela 14 - Figura Geométrica 1/Parte B - <i>Transmutações II</i>	51
Tabela 15 - Figura Geométrica 2/Parte B - <i>Transmutações II</i>	51
Tabela 16 - Figura Geométrica 3/Parte B - <i>Transmutações II</i>	51
Tabela 17 - Figura Geométrica 4/Parte B - <i>Transmutações II</i>	52
Tabela 18 - Figura Geométrica 5/Parte B - <i>Transmutações II</i>	52
Tabela 19 - Figura Geométrica 6/Parte B - <i>Transmutações II</i>	53
Tabela 20 - Figura Geométrica 1/Parte C - <i>Transmutações II</i>	54
Tabela 21 - Figura Geométrica 2/Parte C - <i>Transmutações II</i>	55
Tabela 22 - Figura Geométrica 3/Parte C - <i>Transmutações II</i>	55
Tabela 23 - Organização macro-estrutural <i>Transmutações III</i>	68
Tabela 24 - Figura Geométrica 1/Parte A - <i>Transmutações III</i>	69
Tabela 25 - Figura Geométrica 2/Parte A - <i>Transmutações III</i>	70
Tabela 26 - Figura Geométrica 3/Parte A - <i>Transmutações III</i>	70
Tabela 27 - Figura Geométrica 4/Parte A - <i>Transmutações III</i>	71
Tabela 28 - Figura Geométrica 5/Parte A - <i>Transmutações III</i>	72
Tabela 29 - Figura Geométrica 6a e 6b/Parte A - <i>Transmutações III</i>	73
Tabela 30 - Figura Geométrica 1/Parte B - <i>Transmutações III</i>	75
Tabela 31 - Figura Geométrica 2/Parte B - <i>Transmutações III</i>	76
Tabela 32 - Figura Geométrica 3a e 3b/Parte B - <i>Transmutações III</i>	76
Tabela 33 - Figura Geométrica 4a e 4b/Parte B - <i>Transmutações III</i>	77
Tabela 34 - Figura Geométrica 5a e 5b/Parte B - <i>Transmutações III</i>	77
Tabela 35 - Figura Geométrica 1/Parte C - <i>Transmutações III</i>	79
Tabela 36 - Figura Geométrica 2a e 2b/Parte C - <i>Transmutações III</i>	80
Tabela 37 - Figura Geométrica 3a, 2b e 3c/Parte C - <i>Transmutações III</i>	80/81
Tabela 38 - Figura Geométrica 1a, 1b, 1c e 1d/Parte D - <i>Transmutações III</i>	82/83
Tabela 39 - Figura Geométrica 2a, 2b, 2c e 2d/Parte D - <i>Transmutações III</i>	84

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Um triângulo escaleno que é a primeira figura que compõe o planejamento geométrico da Parte A de <i>Transmutações I</i>	26
Gráfico 2 - Outro triângulo escaleno na posição de terceira figura do planejamento geométrico da Parte A de <i>Transmutações I</i>	27
Gráfico 3 - Outro triângulo escaleno na posição de terceira figura do planejamento geométrico da Parte A de <i>Transmutações I</i>	28
Gráfico 4 - Disposição das três primeiras figuras geométricas da Parte A de <i>Transmutações I</i> , sem perda de generalidades.	29
Gráfico 5- Densidades das Figuras Geométricas 1, 2 e 3 <i>Transmutações I</i> - Parte A.....	29
Gráfico 6 - Disposição das densidades de <i>Transmutações I</i> - Parte A.....	30
Gráfico 7 - Disposição das quatro primeiras figuras da segunda parte de <i>Transmutações I</i> , sem perda de generalidades para cada figura	33
Gráfico 8 - Disposição das densidades de <i>Transmutações I</i> - Parte B	33
Gráfico 9 - Disposição da primeira figura da terceira parte de <i>Transmutações I</i> . Apresentada sem perda de suas generalidades	35
Gráfico 10 - Disposição das densidades de <i>Transmutações I</i> - Parte A'	35
Gráfico 11 - Primeira figura geométrica que compõe o planejamento geométrico da Parte A de <i>Transmutações II</i>	44
Gráfico 12 - Segunda figura que compõe o planejamento geométrico a Parte A de <i>Transmutações II</i>	46
Gráfico 13 - Terceiro quadrado ou terceira figura do planejamento geométrico da Parte A de <i>Transmutações II</i>	47
Gráfico 14 - Disposição das três primeiras figuras da primeira parte de <i>Transmutações II</i> , sem perda de generalidades	49
Gráfico 15 - Densidades das Figuras Geométricas 1 à 3, <i>Transmutações II</i> - Parte A ..	49
Gráfico 16 - Disposição das densidades de <i>Transmutações II</i> - Parte A	50
Gráfico 17 - Disposição das seis primeiras figuras da segunda parte de <i>Transmutações II</i> , sem perda de generalidades	53
Gráfico 18 - Disposição das densidades de <i>Transmutações II</i> - Parte B.....	54
Gráfico 19 - Disposição das três primeiras figuras geométricas da Parte C de <i>Transmutações II</i> sem perda de suas generalidades	56
Gráfico 20 - Disposição das densidades de <i>Transmutações II</i> - Parte C.....	56
Gráfico 21 - Primeira figura geométrica que compõe o planejamento geométrico da Parte A de <i>Transmutações III</i>	69
Gráfico 22 - Segunda figura que compõe o planejamento geométrico a Parte A de <i>Transmutações III</i>	69
Gráfico 23 - Terceira figura geométrica do planejamento geométrico da Parte A de <i>Transmutações III</i>	70
Gráfico 24 - Quarta figura geométrica do planejamento da Parte A de <i>Transmutações III</i>	71
Gráfico 25 - quinta figura geométrica do planejamento geométrico da Parte A de <i>Transmutações III</i>	72

Gráfico 26 - Sexta figura geométrica (a e b) do planejamento geométrico da Parte A de <i>Transmutações III</i>	73
Gráfico 27 - Disposição das seis primeiras figuras da primeira parte de <i>Transmutações III</i> , sem perda de generalidades	74
Gráfico 28 - Densidades das Figuras Geométricas 1 à 6 de <i>Transmutações III</i> - Parte A	74
Gráfico 29 - Disposição das densidades de todas as figuras da Parte A de <i>Transmutações III</i>	75
Gráfico 30 - Disposição das cinco primeiras figuras geométricas da segunda parte de <i>Transmutações III</i> , sem perda de generalidades	78
Gráfico 31 - Disposição das densidades de todas as figuras geométricas da Parte B de <i>Transmutações III</i>	79
Gráfico 32 - Disposição das figuras geométricas da Parte C de <i>Transmutações III</i> sem a perda de generalidades	81
Gráfico 33 - Disposição das densidades de todas as figuras geométricas Parte C de <i>Transmutações III</i>	82
Gráfico 34 - Disposição das figuras geométricas da última parte de <i>Transmutações III</i>	85
Gráfico 35 - Disposição das densidades de todas as figuras geométricas que compõe a Parte D de <i>Transmutações III</i>	86

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Disposição geral da dinâmica, instrumentação, tipos de figuras geométricas, dentre outras características de *Transmutação I* 41/42
- Quadro 2 - Disposição geral da dinâmica, instrumentação, tipos de figuras geométricas, dentre outras características de *Transmutação II* 65/66
- Quadro 3 - Disposição geral da dinâmica, instrumentação, tipos de figuras geométricas, dentre outras características de *Transmutação III* 99/100

SUMÁRIO

Introdução: Concepção do Planejamento Geométrico.....	15
1. Transmutações I	24
1.1. Planejamento Geométrico	24
1.1.1. Parte A	25
1.1.2. Parte B	30
1.1.3. Parte A'	34
1.2. Realização Musical.....	36
1.2.1. Parte A	36
1.2.2. Parte B	38
1.2.3. Parte A'	40
2. Transmutações II.....	43
2.1. Planejamento Geométrico	43
2.1.1. Parte A	44
2.1.2. Parte B	50
2.1.3. Parte C	54
2.2. Realização Musical.....	57
2.2.1. Parte A	57
2.2.2. Parte B	60
2.2.3. Parte C	63
3. Transmutações III	67
3.1. Planejamento Geométrico	67
3.1.1. Parte A	68
3.1.2. Parte B	75
3.1.3. Parte C	79
3.1.4. Parte D	82

3.2. Realização Musical.....	86
3.2.1. Parte A	87
3.2.2. Parte B	90
3.2.3. Parte C	93
3.2.4. Parte D	96
Conclusão	101
Referências	104
Apêndices e Anexo.....	107
Apêndice I – Planejamento Geométrico Particular.	
Apêndice II – Tabela das Frequências e Alturas do Planejamento Geométrico.	
Apêndice III – Planejamento Geométrico no Tempo Linear.	
Apêndice IV – Modelos Matemáticos.	
Apêndice V – <i>Euclidianas: Transmutações I, II e III</i>	
Anexo I – Tabela das Frequências de Dave Benson.	

Introdução: Concepção do Planejamento Geométrico

O presente ensaio apresenta aspectos analíticos da composição intitulada *Euclidianas*, que é um ciclo formado por três peças intituladas *Transmutações I, II e III*. Essa obra é o resultado de uma pesquisa em torno da formalização¹ de um processo composicional baseado na utilização da geometria analítica plana como parâmetro para “moldar” o discurso sonoro.

Roads (1985, p. 822-825) apresenta uma breve história da utilização de processos formais a partir do séc. XIV até o séc. XX. Dentre outros procedimentos citados por esse autor, temos a seção áurea relacionada com os motetos, a técnica da isoritmia, os jogos de dados musicais (*Musikalisches Würfelspiel*) relacionados a W. A. Mozart.

A organização macro-estrutural da obra sinfônica *Euclidianas* ocorreu a partir de gradações, justaposições e interpolações de agregados e amálgamas sonoros esculpidos através de figuras geométricas. Outro fator importante na organização macro-estrutural foi a variação das densidades, parâmetro fundamental na elaboração dos agregados.

A questão tímbrico-orquestral não foi determinada pelo planejamento macro-estrutural e nem pelo planejamento geométrico. Dessa forma, aspectos relacionados às decisões sobre a distribuição das frequências entre as famílias dos instrumentos da orquestra, dinâmicas, tipos de articulação, percussão, dentre outros, ocorreram após o planejamento e em função de gerar contraste, diversidade de sonoridade e variação dentro do discurso musical.

Podemos definir geometria analítica plana, segundo Nelson (2003, p. 185-186), como a área da matemática que se dedica às propriedades do espaço e das figuras dentro desse espaço. A origem da geometria remonta ao antigo Egito e a Babilônia, e era principalmente usada no planejamento para a construção de edificações. Na Grécia, aproximadamente 300 a. C., Euclides desenvolveu o estudo da geometria como uma estrutura formal lógica criando axiomas e definições. O resultado foi o surgimento da escola tradicional de geometria conhecida como *euclidiana* e que divide a geometria em “plana” e dos “sólidos”. Roeder (1987, p. 402) também enfatiza que “[...] as relações geométricas podem se refletir na superfície musical [...]”.

¹ A formalização de um processo composicional está relacionada diretamente a aspectos descritos por Xenakis (1971). Basicamente, em seu livro *Formalized Music*, Iannis Xenakis (1922-2001) empregou o termo “formalizar” na busca de um método paramétrico para alcançar um equilíbrio entre o determinismo e o indeterminismo presentes em uma proposta de implementação composicional.

A idéia de aplicar figuras geométricas para “esculpir” o discurso sonoro² foi impulsionada através da observação de obras relacionadas à música textural ou de massas sonoras. Essa linguagem musical está associada aos compositores do Leste Europeu, como Krzysztof Penderecki (nascido em 1933), Witold Lutoslawski (1913-1994), György Ligeti (1923-2006), Henryk Górecki (1933), dentre outros. Nessa linguagem musical, “as massas sonoras minimizam a ênfase em notas individuais, enquanto maximizam a importância da textura, do ritmo, da dinâmica, do timbre e de gestos amplos”³ (COPE, 1993, p. 53). Assim, uma questão fundamental nessa linguagem é a de como constituir agregados sonoros (ou *Clusters*⁴), e de como utilizá-los no discurso musical. Na sua maioria, os agregados são moldados através da defasagem nas entradas instrumentais ou vocais. Com a simples observação de trechos das partituras⁵ de alguns dos compositores citados, então, pudemos constatar que, em função das entradas simultâneas ou em defasagem, os agregados se assemelham a formas geométricas. Podemos verificar isso nos três trechos selecionados e demonstrados das figuras 1, 2 e 3:

² Existe a possibilidade de inúmeras interpretações por parte do ouvinte sobre os agregados sonoros resultantes das figuras geométricas, mas nosso trabalho não está direcionado a abordar esse aspecto.

³ “A partir daí, a sonoridade da música textural se libertou dos procedimentos seriais, utilizando recursos mais abstratos em termos de ‘peso’ ou ‘densidade’.” (ALVES, 2007, p. 11)

⁴ Em um *cluster*, todas as alturas possíveis, especificadas dentro de um limite superior e inferior, ressoam no tempo, resultando em uma textura cuja densidade e complexidade se aproximam do ruído (GRIFFITHS, 1995, p.100).

⁵ Essa constatação ocorreu através da visualização de agregados sonoros dispostos na partitura. Assim, a percepção auditiva pode não gerar a idéia de figuras geométricas, ou seja, a associação espacial com as figuras geométricas é de caráter metafórico e está relacionada com a notação ortocrônica da música ocidental. A percepção visual dos agregados sonoros na partitura foi bem abordada por Michel (2002, p. 48) na obra *Atmospheres* de Ligeti, onde ele faz um perfilado nos agregados sonoros e consegue traçar figuras geométricas. Há um vídeo disponível na internet com a análise dessa peça feita por esse autor no endereço eletrônico: <http://www.youtube.com/watch?v=fXh07JJeA28>

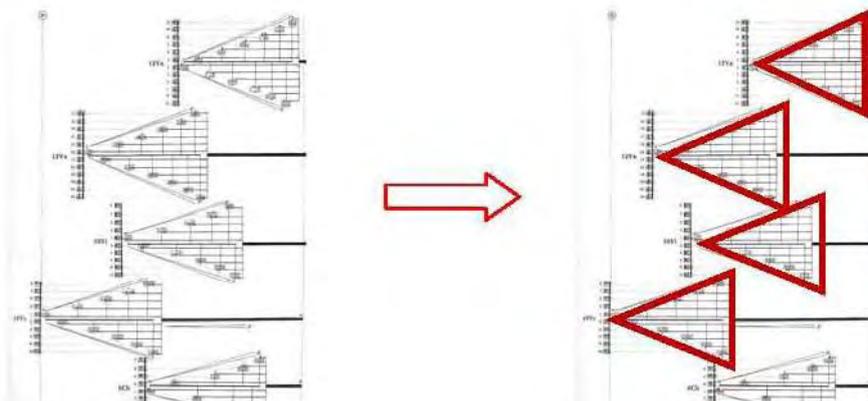


FIGURA 1: Trecho da peça *Threnody* de Penderecki, com as formações triangulares assinaladas para entrada das cordas.



FIGURA 2: Trecho da peça *Ramifications* de Ligeti com formação de quadrados.

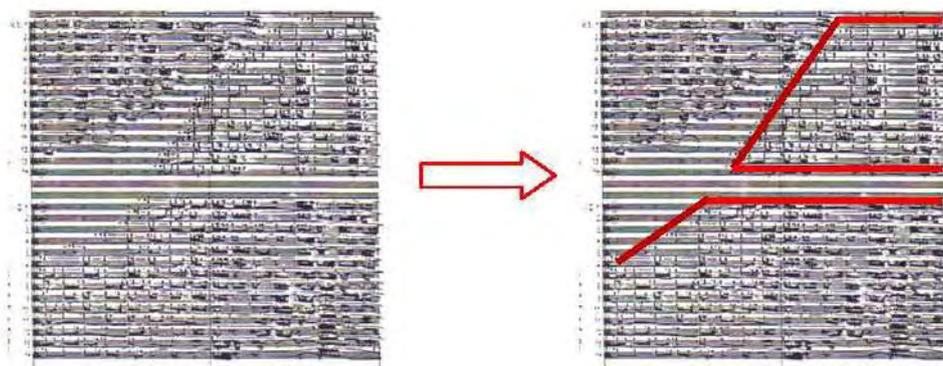


FIGURA 3: *Trois Poèmes d'Henri Michaux* de Lutoslawsky.

Essa constatação possibilitou vislumbrar uma série de possíveis aplicações da geometria plana analítica com o objetivo de formalizar um processo de criação em torno da elaboração e manipulação de agregados sonoros. Nesta pesquisa, a referida manipulação ocorreu a partir de processos texturais, na organização do discurso musical em torno dos agregados e na determinação prévia do comportamento do parâmetro “densidade”.

Outros referenciais foram estudados para completar e enriquecer as abordagens conceituais, como Abdounur (2006), Adler (1989), Alves (2007), Alves e Onofre (2007), Assayag (2002), August (1965), Chemillier (2001), Ferraz (1990), Goldstein (1980), Hicks (1993), Lidsk (1983), Ligeti (1993), Lucas (1995), Michel (1995), Naranjo e Koffi (1988), Reitman (2005) e Senna (2007).

Para transformar essa constatação em um procedimento composicional, tivemos que pesquisar quais elementos básicos da geometria poderiam ser úteis nessa tarefa. Assim, nosso primeiro passo foi utilizar o sistema cartesiano, ou plano cartesiano, onde a posição de um ponto é determinada por sua relação com as linhas de referência (eixos). Esse sistema é composto, segundo Nelson (2003. p. 45-47), por dois eixos que formam um ângulo reto em um sistema de coordenadas retangular⁶. A ilustração de um sistema de eixo cartesiano está demonstrada na figura abaixo:

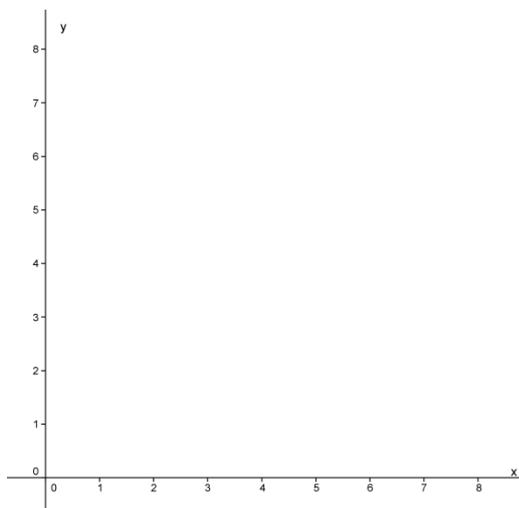


FIGURA 4: Ilustração de um sistema de eixo cartesiano ou plano cartesiano.

⁶ Segundo Abdounur (2006, p. 66), René Descartes desejava sistematizar todo o conhecimento segundo estruturas análogas àquelas subjacentes ao modelo axiomático da geometria euclidiana com intuito de conquistar a certeza.

Por conseguinte, o eixo horizontal é representado por “x”, também denominado de eixo das *abscissas*, e o vertical é por “y”, também chamado de eixo das *ordenadas*. O ponto de interseção “0” é a origem do sistema de coordenadas⁷. A partir daí, estabelecemos que as representações das figuras geométricas em um plano cartesiano “bidimensional” estariam associadas a dois elementos: a frequência, representada no eixo vertical das ordenadas “y”, com a relação entre os índices desse eixo variável; e o tempo, representado no eixo horizontal das abscissas “x”, tendo como unidade o compasso⁸.

Para determinar o valor das frequências, e por consequência as alturas que compuseram os agregados sonoros gerados pelas figuras geométricas, utilizamos o modelo matemático empregado no temperamento igual de doze notas⁹, que é o termo geral de uma progressão geométrica:

$$a_n = a_1 \cdot r^{(n-1)}$$

Aqui “ a_1 ” representa a frequência base de cada agregado, “ a_n ” a frequência que se deseja encontrar e “ r ” a razão¹⁰, que neste caso, é um valor aproximadamente igual a 1,05946002. As frequências encontradas através desse modelo matemático foram estabelecidas através de números aproximados. A busca da equivalência para a determinação das alturas musicais utilizadas nas composições foi baseada também na tabela das frequências temperadas do livro de Benson (2006, p. 378), que se encontra no Anexo I.

Depois que os parâmetros dos eixos da *ordenada* e *abscissa* foram estabelecidos, nosso passo seguinte da pesquisa foi encontrar a definição de figura geométrica, outro elemento da matemática importante para a implementação desse procedimento. Segundo Nelson (2007, p. 162), uma figura geométrica é a combinação de linhas,

⁷ Cada par ordenado possui uma indicação no eixo “x” e no eixo “y”. Assim, no par (1,2), “x” = 1 e “y” = 2.

⁸ A escolha do compasso como unidade temporal foi arbitrária, uma vez que poderíamos utilizar também a unidade de tempo da semibreve ou semínima, o tempo em segundos ou outras possibilidades.

⁹ Optamos pelo uso do sistema de temperamento igual de doze alturas, mesmo sabendo que existe uma vasta literatura musical dos compositores citados relacionada à micro-tonalidade. Em nosso caso, decidimos por aplicar o sistema micro-tonal somente nos trabalhos futuros.

¹⁰ O cálculo dessa razão é detalhado no Apêndice IV. Benson (2006, p. 378), fornece uma tabela, mostrada na página 1 do Anexo I, com os valores das frequências da escala cromática temperada de doze notas, já calculada para as diversas oitavas.

curvas e superfícies. Dentre as figuras geométricas que foram manipuladas, tendo em vista a obtenção dos parâmetros musicais para posterior realização musical, temos:

O *triângulo* – uma figura plana fechada formada por três segmentos de retas (os lados) dois a dois não colineares e que só se interceptam dois a dois nos extremos (os vértices). Os triângulos podem ser classificados, segundo seus lados: escaleno – com três lados desiguais, isósceles - dois lados iguais e equilátero – com os três lados iguais.

O *retângulo* – um quadrilátero com todos os seus quatro ângulos medindo 90° e os pares de seus lados opostos são iguais.

O *quadrado* – um quadrilátero com quatro lados iguais.

O *círculo* – o *locus* de um ponto que se move em uma distância fixa a partir de um ponto fixo.

O *paralelogramo* – é um polígono de quatro lados (quadrilátero) cujos lados opostos são iguais e paralelos.

O *losango* – um paralelogramo que tem todos seus lados iguais.

O *octógono* – um polígono que tem oito ângulos internos e oito lados.

A *elipse* – a seção de um cone atravessada obliquamente por um plano. Ela é composta de dois eixos de simetria, um mais longo chamado de *eixo maior* e o outro mais curto chamado de *eixo menor*.

Outro parâmetro de grande relevância na elaboração do planejamento geométrico foi o da densidade¹¹. A densidade foi responsável por determinar o comportamento dos elementos musicais associados à altura e seu comportamento no tempo musical.

A fundamentação teórica para conceituar e prever o comportamento do parâmetro densidade, que é um parâmetro quantitativo, foi baseada em Berry (1987). Esse autor conceitua dois tipos de densidades: a **densidade-número** que está relacionada ao número de componentes sonoros em um determinado trecho de uma peça, e a **densidade-compressão**, que está relacionada à proporção do número de componentes sonoros em um dado espaço (BERRY, 1987, p. 209-213).

Os conceitos para o estudo dos processos texturais relacionados à disposição musical dos agregados foram baseados em Wennestrom (1975). Essa autora conceitua

¹¹ “[...] Esse conceito abrange inúmeros significados e abordagens analíticas em torno, basicamente, da forma como são manipulados os principais elementos musicais: as alturas, os ritmos, os timbres, as durações e as intensidades [...]. (Alves e Onofre 2007, p. 25)

processos texturais de contraste como **estratificações**¹², **justaposição**¹³ e **interpolações**¹⁴, bem como, processos texturais de conexão como **amalgamento**¹⁵, **gradação**¹⁶ e **dissolução**¹⁷. Tais unidades foram caracterizadas pelos agregados (moldados através da formalização da aplicação da geometria plana), compostos por camadas relacionadas, basicamente, através de procedimentos baseados em vários tipos de texturas: homofônicas¹⁸, heterofônicas¹⁹, cordais²⁰ e micro-polifônica²¹.

A manipulação do parâmetro densidade ocorre no intuito de prever e possibilitar a conexão gerando contraste e determinando a organização temporal dos agregados sonoros. Assim, para estabelecermos a densidade-compressão, utilizaremos a seguinte fórmula:

$$dc = \frac{dn}{na}$$

Onde “*dc*” = a densidade-compressão, “*dn*” = densidade-número e “*na*” = o número total de alturas possíveis²². Essa fórmula é utilizada na biblioteca SOAL que compõe o programa “OpenMusic 5.0”²³ disponibilizado nos sites de fórum do IRCAM.

Por consequência, a densidade-compressão de cada figura geométrica variou conforme seu tamanho e a relação entre os índices do eixo “*y*”, bem como, a

¹² Disposição da textura em camadas, ou a operação independente de mais de um parâmetro simultaneamente. (WENNESTROM, 1975, p. 48, tradução nossa)

¹³ Mudança abrupta de elementos. (WENNESTROM, *op. cit.*, p. 48, tradução nossa)

¹⁴ Mudança abrupta de elementos com (quase imediata) continuação da primeira idéia. (WENNESTROM, *op. cit.*, p. 48, tradução nossa)

¹⁵ Síntese de eventos sonoros dentro de uma unidade inter-paramétrica onde os parâmetros atuam conjuntamente. (WENNESTROM, 1975, p. 48, tradução nossa)

¹⁶ Mudança gradual dentro de um parâmetro ou uma sobreposição de dois blocos sonoros.

¹⁷ A separação de uma unidade inter-paramétrica em suas partes componentes, onde normalmente cada parte é desenvolvida independentemente. (WENNESTROM, 1975, p. 48, tradução nossa)

¹⁸ Textura homofônica: é aquela na qual uma voz primária é acompanhada por um tecido subordinado. (BERRY, 1987, p. 192, tradução nossa)

¹⁹ Textura heterofônica: se caracteriza por denotar uma relação homodirecional, homoritmica, mas heterointervalica. (BERRY, *op. cit.*, p. 192, tradução nossa) Para nosso trabalho alteramos o comportamento da textura heterointervalar para homointervalar.

²⁰ Textura cordal: consiste basicamente de acordes e suas vozes são predominantemente homoritmicas. (BERRY, *op. cit.*, p. 192, tradução nossa)

²¹ “Pode-se estruturar uma micro-polifonia a partir de uma complexa subdivisão de partes, com raros dobramentos, gerando um *cluster* articulado, no qual o contorno não previsível do direcionamento melódico impede a percepção de alturas ou ritmos específicos” (Alves, 2007, p. 1)

²² Esse número é encontrado através da soma total das alturas dentro de um determinado âmbito de frequência. Por exemplo: Do₃ e Mi₃ são apenas duas notas, mas o número total de alturas nesse âmbito é de 5, pois no âmbito de Do₃ e Mi₃ existem cinco alturas: Do₃, Do₃#, Re₃, Ré₃# e Mi₃.

²³ Endereço eletrônico do OpenMusic 5.0: <http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/OpenMusic/>

representação algébrica de cada unidade do mesmo eixo. Desta forma, tivemos nos pontos dos eixos das ordenadas os seguintes elementos algébricos, ou índices, dispostos da seguinte forma: $a_1, a_2, a_3 \dots$, onde a relação entre os índices aqui é 1:1; ou $b_1, b_3, b_5 \dots$, onde a relação entre os índices aqui é 1:2; ou ainda c_1, c_5, c_9, c_{13} onde a relação entre os índices é 1:4 e assim sucessivamente. A densidade-número que se refere ao número de alturas que compuseram o agregado variou de acordo com o tamanho e tipo da figura.

Com esses parâmetros estabelecidos, partimos para o desenho das figuras geométricas dentro do plano cartesiano particular, onde cada figura foi tratada em sua forma individual e composta, vide Apêndice I. Outra disposição dessas figuras geométricas para cada uma das transmutações, e de suas respectivas partes, encontra-se apresentada sem a perda de suas generalidades, vide Apêndice III.

Teremos então, representações individuais das figuras geométricas, onde apenas uma única figura no plano cartesiano determinará o comportamento das frequências e do tempo, e representações compostas das figuras geométricas, onde duas ou mais figuras geométricas em um mesmo plano, determinarão também o comportamento desses parâmetros.

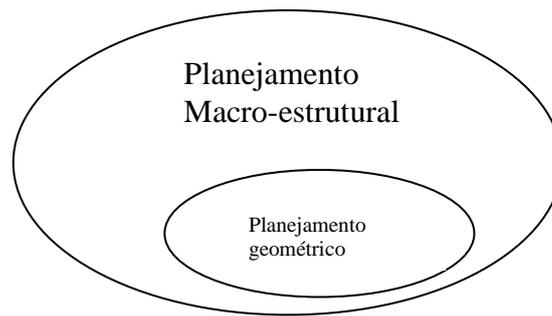
Assim sendo, podemos afirmar que nossa pesquisa se pautou em dois processos de planejamento:

O Planejamento Macro Estrutural – que relacionou os processos texturais, o controle das densidades, os tipos de figuras etc.

O Planejamento Geométrico – que estabelece as alturas e suas disposições no tempo linear e norteia os encadeamentos das figuras geométricas. Além da determinação das frequências específicas, das densidades e a direção temporal de cada figura, entre outros fatores²⁴.

Abaixo, temos uma representação simplificada de como os dois tipos de planejamento estão relacionados. É importante enfatizar que o Planejamento Geométrico atua como elemento de formalização do Planejamento Macro-estrutural, antes de sua efetiva realização musical.

²⁴ Como o planejamento geométrico é uma metáfora associada à música, quando o resultado musical obtido não foi satisfatório ou a sua realização impraticável houve a necessidade de se alterar, ou mesmo, refazer o planejamento.



Nos próximos três capítulos será apresentada uma breve análise dos principais aspectos dos planejamentos geométricos, e das respectivas realizações musicais das três peças do ciclo *Euclidianas: Transmutações I, II e III*.

1. Transmutações I

A primeira peça do ciclo “*Euclidianas*” foi estreada no dia 11 de junho de 2009, em um concerto realizado pela OSJPB (Orquestra Sinfônica Jovem da Paraíba), com regência do maestro Luiz Carlos Durier.

1.1 Planejamento Geométrico

A organização macro-estrutural dessa peça partiu de procedimentos de gradação (mudanças graduais de textura) e interpolação (mudanças abruptas de texturas seguidas, quase imediatamente, pelo retorno do material inicial). Com relação ao aspecto densidade, houve uma oposição entre a densidade-número e densidade-compressão. Assim, *Transmutações I* é composta de três partes, ou seja: **A**, **B** e **A'**, na qual:

- A **Parte A** é caracterizada pela gradação dos agregados: mudança gradual das articulações em textura homofônicas para a micro-polifonia, com crescimento na densidade-número em oposição à diminuição na densidade-compressão, desenvolvendo contrastes tímbricos e explorando também o limite de tessitura. Para isso utilizamos as figuras: triângulos, trapézios e círculos, tanto em representações individuais como compostas.
- A **Parte B** foi caracterizada pela interpolação dos agregados: mudanças abruptas de texturas cordais sustentadas para micro-polifônicas e vice-versa. Estabeleceram-se contrastes de dinâmica entre os agregados e realce de algumas linhas através da utilização dos instrumentos de percussão. Manutenção da alta densidade-número em oposição à baixa densidade-compressão. As figuras escolhidas para o planejamento geométrico foram basicamente quadrados e retângulos, bem como, a representação composta delas.
- Na **Parte A'** ocorreu o retorno da gradação inicial dos agregados, com os processos texturais invertidos, e com diminuição da densidade-número e densidade-compressão. Encontra-se em sua estrutura o contraste tímbrico. As

figuras escolhidas para o planejamento geométrico foram triângulos, trapézios e círculos.

Desta forma, podemos elaborar um quadro que revela o plano geral da peça e de cada uma de suas três partes:

TABELA 1

Organização macro-estrutural de *Transmutações I*

<i>Transmutações I</i>			
PARTES	A	B	A'
TEMPO	3'	2'	3'
PREOCESO TEXTURAL	mudança gradual de texturas cordais sustentadas para micro-polifonia.	mudança abrupta de textura cordal para micro-polifônica e vice-versa.	gradação inicial dos agregados, processos texturais invertidos.
DENSIDADE	aumento da densidade-número em oposição à diminuição na densidade-compressão.	alta densidade-número em oposição à baixa densidade-compressão.	decréscimo na densidade-número e na densidade-compressão.
FIGURAS	triângulos, trapézios e círculos.	quadrados e retângulos.	triângulos, trapézios e círculos.

1.1.1 Parte A

O processo composicional partiu primeiramente da disposição das figuras geométricas no plano cartesiano no intuito de visualizarmos os primeiros aspectos do planejamento geométrico de *Transmutações I*. Em nosso trabalho, utilizamos o programa de geometria dinâmica chamado “Geogebra”²⁵. Desta forma, temos no GRAF. 1 abaixo o primeiro triângulo, ou figura geométrica 1, da **Parte A**. Para o planejamento geométrico dessa parte, foram utilizadas quatorze figuras, dentre triângulos, trapézios e círculos.

²⁵ GeoGebra 3.1 é um software de matemática dinâmica utilizado para todos os níveis de educação. O software reúne geometria, álgebra e cálculo. Recebeu muitos prêmios internacionais incluindo o prêmio de software educacional Alemão e Europeu. Endereço eletrônico: <http://www.geogebra.org/cms/>

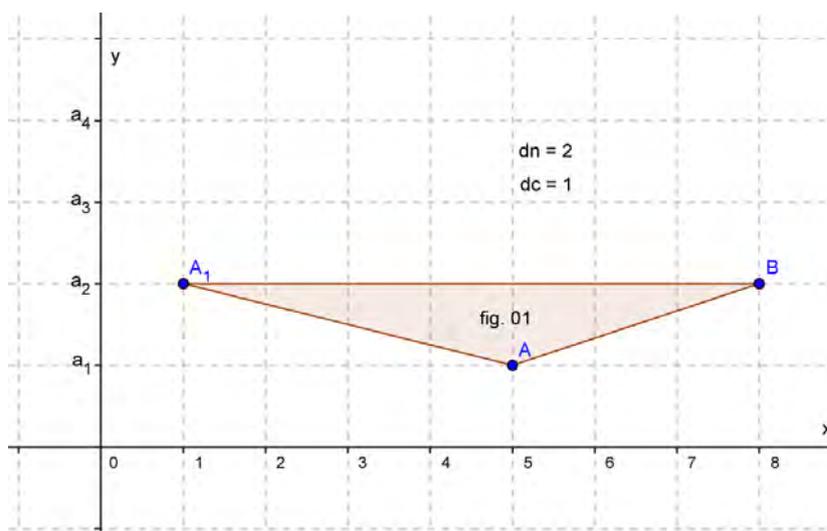


GRÁFICO 1: Um triângulo escaleno que é a primeira figura que compõe o planejamento geométrico da Parte A de *Transmutações I*.

Aqui, “ a_1 ” é igual a $1.864,66\text{Hz}^{26}$ e, observando o gráfico, veremos que esse índice está associado à cúspide A que representou um “ponto de ataque” ou *time point*²⁷. O segmento de reta A_1B é igual a 7, e teve duração de sete compassos, e está associado ao índice “ a_2 ” representando a frequência de $1,975,53\text{Hz}$. A relação entre os índices desse eixo das ordenadas é de 1:1. Ver tabela:

TABELA 2

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 1 - Parte A	Frequência	Altura ²⁸
a_2	$1.975,53\text{ Hz}$	Si_6
a_1	$1.864,66\text{ Hz}$	$\text{Lá}\#_6$

Como podemos observar, através dos parâmetros de densidades anteriormente descritos, essa primeira figura geométrica tem densidade-número igual a 2, já que ela é composta de duas alturas. A densidade-compressão é igual a 1, pois usando o cálculo

²⁶ A decisão por essa frequência ocorreu no intuito de explorar a região mais aguda dos instrumentos escolhidos para executar o agregado resultante.

²⁷ A duração aqui está relacionada com o *time point*. Esse novo conceito de serialização do ritmo foi desenvolvido pelo compositor Milton Babbitt. Nesse princípio, somente os pontos de ataque, e não as durações, são especificados pelo sistema. Para maiores detalhes ver Straus (2000, p.188-189).

²⁸ O termo **altura** utilizado aqui está estritamente relacionado com seu significado musical.

descrito na introdução desse ensaio, teremos $dn = 2$ que será dividido por 2, que é o número total de alturas possíveis entre $Lá\#_6$ e Si_6 . Assim teremos: $dc = \frac{2}{2} = 1$.²⁹

A segunda figura (figura geométrica 2) da **Parte A**, mostrada no GRAF. 2, manterá as mesmas densidades compressão (1) e número (2), embora exista uma inversão de sua posição no plano, bem como, a mudança no valor de sua frequência base, pois agora ela encontra-se com sua base A_1B voltada para cima.

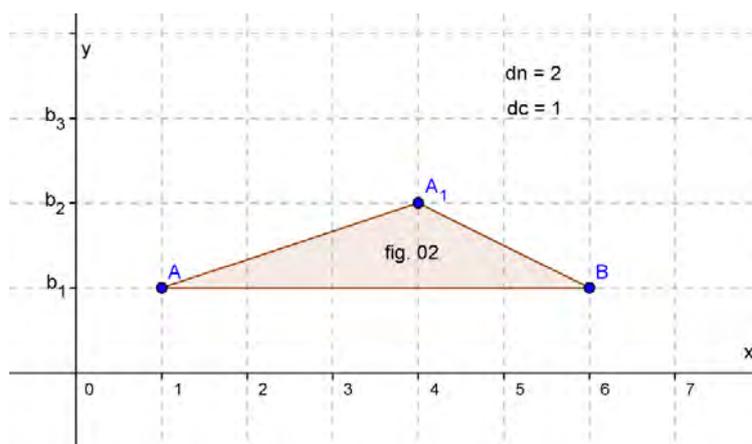


GRÁFICO 2: Outro triângulo escaleno, que é a segunda figura que compõe o planejamento geométrico a Parte A de *Transmutações I*

Agora “ b_2 ” é igual a $69,2957Hz$ ³⁰ e se encontra na posição de cúspide relacionado com o ponto A_1 , representando um ponto de ataque, e o segmento de reta AB agora é 5, ou seja, duração de cinco compassos. Como a densidade-compressão não variou, conclui-se que, também aqui a relação entre os índices desse eixo das ordenadas é de 1:1.

TABELA 3

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 2 - Parte A	Frequência	Altura
b_2	$69,2957Hz$	$Dó\#_2$
b_1	$65,4064Hz$	$Dó_2$

²⁹ O “1” para a densidade-compressão se refere ao valor máximo, já que o número mínimo de textura interagindo é de dois e o número total de alturas possíveis nessa textura também é dois. Desta forma $2/2 = 1$.

³⁰ Agora, o propósito da escolha dessa frequência foi explorar a região mais grave dos instrumentos escolhidos para a realização musical do agregado, desenvolvendo contrastes tímbricos e explorando o limite da tessitura, conforme previsto no planejamento macro-estrutural.

Na terceira figura (figura geométrica 3) da Parte A, ocorreu uma variação tanto na densidade-número (3) quanto na densidade-compressão (0,6).

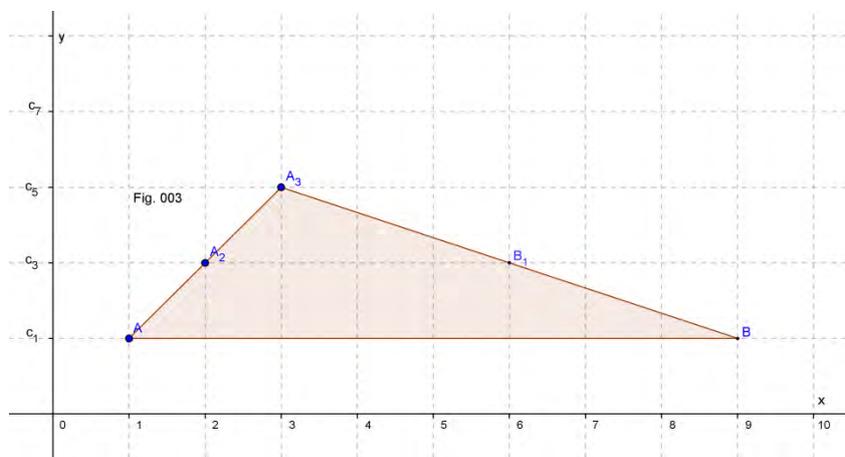


GRÁFICO 3: Outro triângulo escaleno na posição de terceira figura do planejamento geométrico da Parte A de *Transmutações I*.

Aqui “ c_1 ” é igual à $184,997\text{Hz}$ e o segmento de reta AB se encontra na posição de base do triângulo e é igual a 8, “ c_3 ” corresponde ao segmento de reta A_2B_1 e é igual a 4, e “ c_5 ” representado pelo ponto A_3 na condição de cúspide como ponto de ataque.

TABELA 4

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 3 - Parte A	Frequência	Altura
c_3	$233,082\text{Hz}$	Lá# ₃
c_2	$207,652\text{Hz}$	Sol# ₃
c_1	$184,997\text{Hz}$	Fá# ₃

Conforme exposto e apresentado nas três figuras anteriores, podemos observar um aumento gradual na densidade-número acompanhado de diminuição na densidade-compressão.

Abaixo, essas três figuras geométricas estão dispostas no tempo linear sem que exista perda das generalidades³¹ de cada uma em particular:

³¹ Quando nos referimos à representação das figuras **sem perda de suas generalidades**, queremos dizer que nessa representação as características particulares de cada figura, embora representadas em planos diferentes, serão preservadas para que possamos visualizá-las de forma linear.

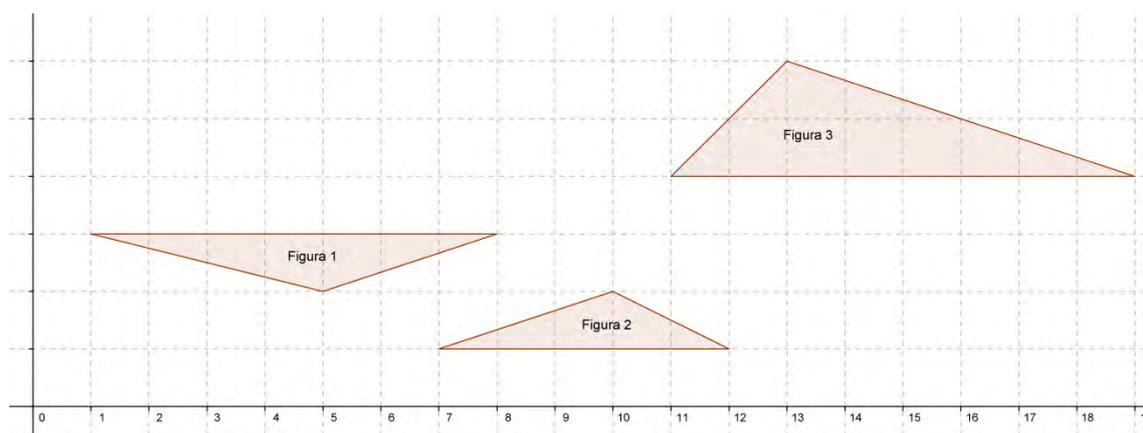


GRÁFICO 4: Disposição das três primeiras figuras geométricas da Parte A de *Transmutações I*, sem perda de generalidades para cada figura em particular.

Ao dispor os valores das densidades (compressão e número) dessas três figuras iniciais em um gráfico, teremos:

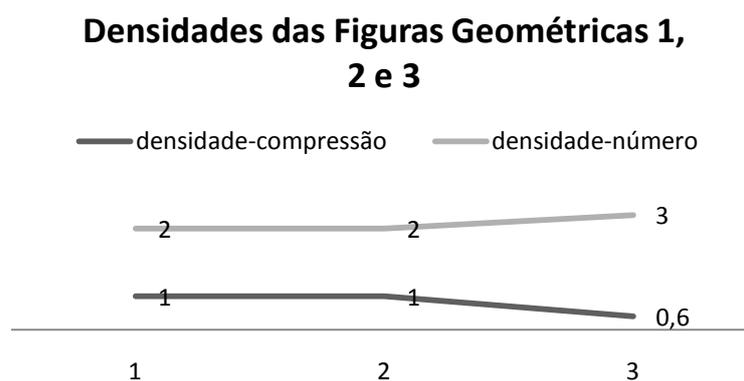


GRÁFICO. 5: O número no eixo inferior representa cada uma das três primeiras figuras geométricas, ou os três primeiros triângulos, já apresentados. A linha superior representa a densidade-número e a inferior a densidade-compressão.

Se elaborarmos um gráfico mais detalhado dispondo o comportamento de todas as quatorze figuras que compõe a **Parte A** de *Transmutações I*, com o comportamento de ambas as densidades, teremos:

Transmutações I - Parte A/Densidades

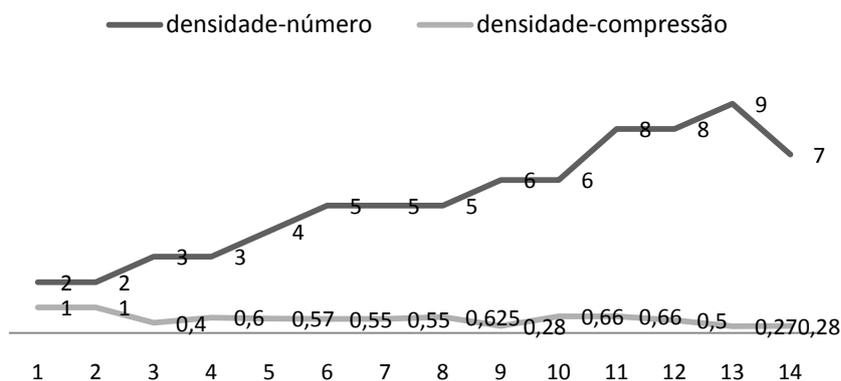


GRÁFICO 6: Disposição das densidades compressão e número de todas as 14 figuras da primeira parte de *Transmutações I*.

1.1.2 Parte B

Na **Parte B** de *Transmutações I*, temos a presença de quadrados e retângulos, compondo o planejamento geométrico formado por vinte figuras. Para uma descrição do início da segunda parte desta peça, vamos analisar o primeiro quadrado e os três retângulos seguintes que tomam parte nesse planejamento.

A primeira figura geométrica³² dessa segunda parte será um quadrado, formado por quatro pontos, onde temos:

TABELA 5

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 1 - Parte B	Frequência	Altura
a₇	146,832Hz	Ré ₃
a₅	130,813Hz	Dó ₃
a₃	116,541Hz	Si ₂
a₁	103,826Hz	Lá ₂

Percebe-se, através dos dados expostos, que a relação entre os índices desse eixo das ordenadas é de 1:2. Cada um desses segmentos de retas (AB, A₁B₁, A₂B₂, A₃B₃)

³² As figuras aqui descritas que têm apenas sua representação no tempo linear sem perda de suas generalidades, terão sua descrição detalhada, com suas generalidades, no Apêndice I.

teve o mesmo valor de 3 compassos. Esse agregado tem densidade-compressão (0,57) mais alta e densidade-número (4), embora esteja com densidade-compressão mais baixa com relação à última figura da parte anterior.

Na segunda figura, ou figura geométrica 2, teremos:

TABELA 6

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, sua frequência e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 2 - Parte B	Frequência	Altura
b₁₁	277,183Hz	Dó# ₄
b₉	246,942Hz	Si ₃
b₇	220,000Hz	Lá ₃
b₅	195,998Hz	Sol ₃
b₃	174,614Hz	Fá ₃
b₁	155,563Hz	Mi _{b3}

Através dos dados da tabela acima, observamos que a relação entre os índices do eixo das coordenadas se mantém em 1:2. Por se tratar de um retângulo com sua base AB e A₅B₅ paralela ao eixo das abscissas, teremos, para cada um desses pontos, o mesmo valor de 3 (AB, A₁B₁, A₂B₂, A₃B₃, A₄B₄, A₅B₅). Houve leve variação na densidade-compressão (de 0,57 para 0,54) e na densidade-número (de 4 para 6).

A terceira figura (figura geométrica 3) da Parte B, teremos:

TABELA 7

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 3 - Parte B	Frequência	Altura
c₁₆	293,665Hz	Ré ₄
c₁₃	246,942Hz	Si ₃
c₁₀	207,652Hz	Lá _{b3}
c₇	174,614Hz	Fá ₃
c₄	146,832Hz	Ré ₃
c₁	123,471Hz	Sí ₂

Percebe-se, através dos dados expostos, que a relação entre os índices desse eixo das ordenadas é de 1:3. Para determinar a duração de cada frequência, por se tratar também de um retângulo com sua base AB paralela ao eixo das abscissas, teremos para cada um desses pontos e para todos os segmentos de reta (AB, A₁B₁, A₂B₂, A₃B₃, A₄B₄,

A_5B_5) o mesmo valor de 3. Aqui a densidade-compressão variou (de 0,54 para 0,37) e a densidade-número (6) permaneceu constante.

Na quarta e última figura geométrica desse exemplo, temos:

TABELA 8

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 4 - Parte B	Frequência	Altura
d₁₁	277,183Hz	Dó# ₄
d₉	246,942Hz	Si ₃
d₇	220,000Hz	Lá ₃
d₅	195,998Hz	Sol ₃
d₃	174,614Hz	Fá ₃
d₁	155,563Hz	Mi _{b3}

A relação entre os índices desse eixo das ordenadas retorna à 1:2. Determinada a duração de cada frequência, também sendo este um retângulo com sua base AB paralela ao eixo das abscissas, semelhante aos anteriormente descritos, teremos para cada um desses segmentos de reta (AB , A_1B_1 , A_2B_2 , A_3B_3 , A_4B_4 , A_5B_5) o mesmo valor, ou seja, três compassos. A densidade-compressão mais uma vez variou (de 0,37 para novamente 0,54) e a densidade-número (6) permaneceu constante.

Abaixo, encontramos o primeiro quadrado e os três retângulos, acima descritos e ilustrados nesta disposição, sem a perda de suas generalidades:

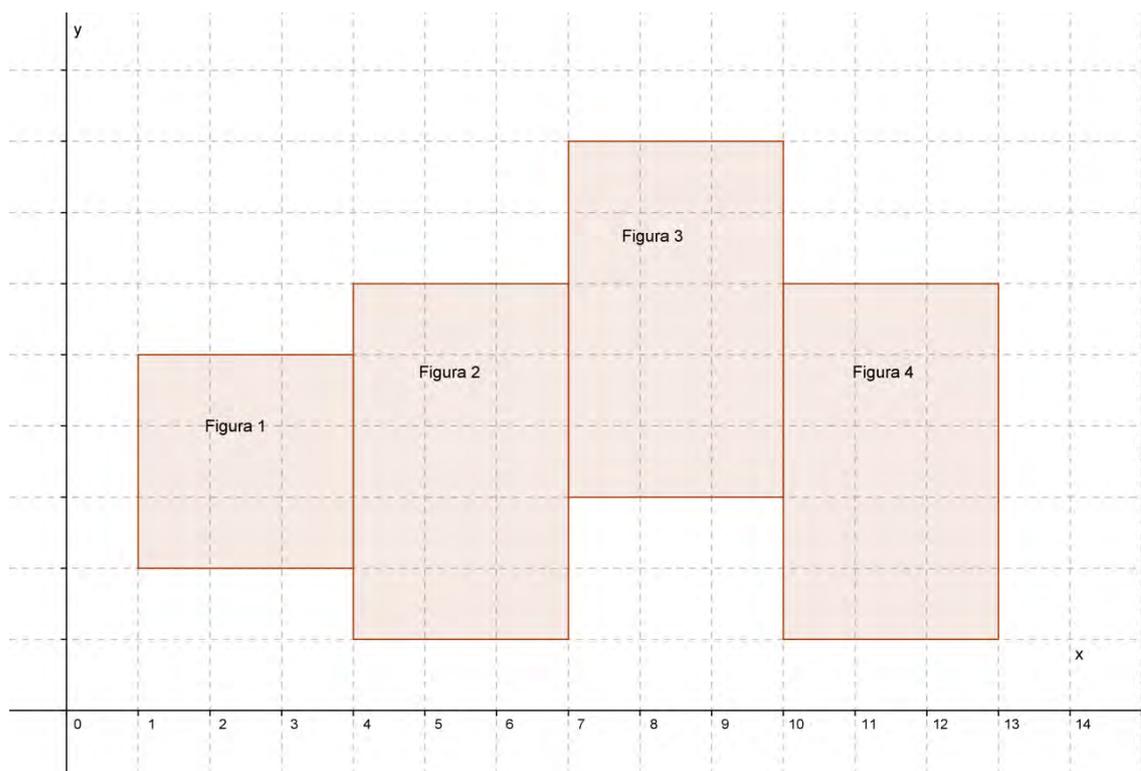


GRÁFICO 7: Disposição das quatro primeiras figuras da segunda parte de *Transmutações I*, sem perda de generalidades para cada figura.

Ao elaborar um gráfico dispondo o comportamento das densidades número e compressão de todas as figuras que compõem a **Parte B** de *Transmutações I*, temos:

Transmutações I - Parte B/Densidades

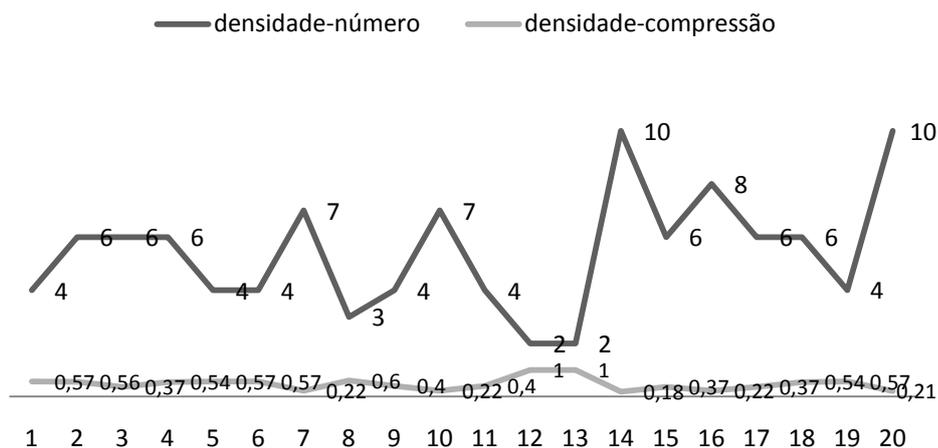


GRÁFICO 8: Disposição das densidades compressão e número de todas as figuras da segunda parte de *Transmutações I*.

Pela observação deste gráfico, a densidade-número da **Parte B** gravita em torno de 4 e 6.

1.1.3 Parte A'

Na descrição da terceira e última parte desta peça, analisamos o primeiro triângulo que, por ser uma figura geométrica com alta densidade-número (9) e máxima densidade-compressão (1) dentro da peça, é um dos momentos mais importantes, levando em consideração os parâmetros das densidades.

Essa primeira figura é composta de nove pontos, onde temos:

TABELA 9

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 1 - Parte A'	Frequência	Altura
a₉	329,628 Hz	Mi ₄
a₈	311,127 Hz	Mi _{b4}
a₇	293,665 Hz	Ré ₄
a₆	277,183 Hz	Dó _{#4}
a₅	261,626 Hz	Dó ₄
a₄	246,942 Hz	Si ₃
a₃	233,082 Hz	Si _{b3}
a₂	220,000 Hz	Lá ₃
a₁	207,652 Hz	Lá _{b3}

Mais uma vez aqui a relação entre os índices desse eixo das ordenadas é de 1:1, e o segmento de reta AB é igual a 16; A₁B₁, igual a 14; A₂B₂, igual a 12; A₃B₃, igual a 10; A₄B₄, igual a 8; A₅B₅, igual a 6; A₆B₆, igual a 4 e A₇B₇, igual a 2, equivalendo cada índice do eixo das ordenadas nesse plano aos respectivos segmentos de retas. E A₈, que está na condição de cúspide desse triângulo escaleno, equivale a um ponto de ataque. Desta forma, vemos que, em virtude da diferença em tamanho de seus segmentos de reta, cada frequência descrita nessa primeira figura da **Parte A'**, bem diferente do que ocorreu na Parte B que foi composta basicamente por quadrados e retângulos, teve duração variável.

Abaixo a primeira figura, um triângulo escaleno, representado sem a perda de suas generalidades:

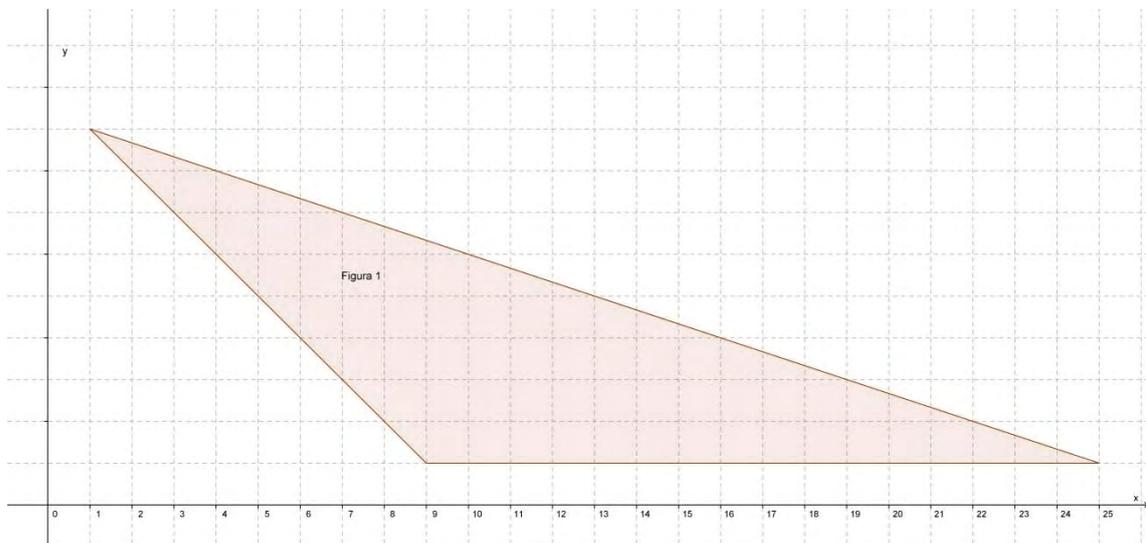


GRÁFICO 9: Disposição da primeira figura da terceira parte de *Transmutações I*. Apresentada sem perda de suas generalidades.

Coletando os dados de todas as figuras que compõem a **Parte A'** de *Transmutações I*, temos um gráfico dispondo o comportamento das densidades, podemos observar que existiu um comportamento das densidades oposto ao que ocorreu na Parte A, como previsto no planejamento macro-estrutural.

Transmutações I - Parte A'/Densidades

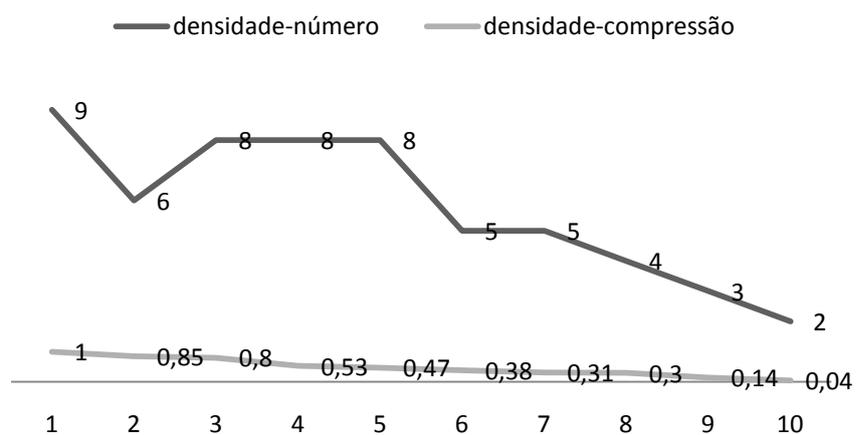


GRÁFICO 10: Disposição das densidades compressão e número de todas as figuras da segunda parte de *Transmutações I*.

1.2 A Realização Musical

Transmutações I foi estruturada, como vimos anteriormente no planejamento geométrico, em três partes, A, B e A', com duração aproximada de oito minutos. Como as figuras geométricas determinam o comportamento dos agregados sonoros, cada uma das três partes englobará também um comportamento musical próprio. Esse comportamento é resultado não só dos parâmetros densidades estabelecidos para cada figura em particular, mas também de outros essenciais à estruturação do discurso musical, tais como dinâmica e timbre, que aqui são apresentados através de uma breve análise da realização musical.

A organização macro-estrutural das partes partiu de procedimentos de gradação (mudanças graduais de textura) presentes em A e A'. Interpolações estão presentes na parte B.

1.2.1 Parte A

É caracterizada pela gradação dos agregados: mudança gradual das articulações em texturas cordais sustentadas para a micro-polifonia, com crescimento na densidade-número em oposição à diminuição na densidade-compressão. As mudanças graduais, resultado da realização musical dos dois primeiros triângulos, figuras geométricas 1 e 2 dispostas nos GRAF. 1 e 2 respectivamente pag. 21 e 22, podem ser observadas na FIG. 5. Então, temos dois triângulos escalenos representando a entrada das frequências de forma gradual nas cordas com alturas sustentadas, o primeiro explorando a região aguda das frequências e o segundo a região grave.

Como resultado musical das três figuras geométricas apresentadas individualmente no item anterior, temos os onze primeiros compassos de *Transmutações I*. A percussão se mantém em silêncio nessa parte inicial da peça, pois o objetivo é dirigir toda a atenção para a sonoridade das cordas e para o contraste entre grave e agudo que se estabelece no desenvolvimento desses dois agregados.

O primeiro triângulo foi traçado a partir da concepção de dois pontos (a_1 e a_2) e as frequências com respectivas alturas musicais estão apresentadas na TAB. 1 pág. 25; no segundo triângulo, a concepção partiu dos pontos e demais dados apresentados na

TAB. 2 pág. 26. Na FIG. 5, encontra-se, a partir do compasso 11, um fragmento da realização musical da figura geométrica 3, apenas para estabelecer um referencial diante das duas figuras geométricas anteriores, sua descrição mais detalhada se dará mais adiante. Aqui temos as duas figuras iniciais em textura sustentadas:

FIGURA 5: Partitura de *Transmutações I* com os onze primeiros compassos.

Segue-se o segundo triângulo, em textura articulada, surgindo de forma também gradual. Assim, podemos observar que, quando o triângulo escaleno encontra-se com sua base paralela ao eixo das abscissas, a entrada das alturas, geradas por ele, será feita de forma gradual. Essa parte está destinada às cordas em *pizzicato* e a percussão ainda encontra-se pausada no intuito de se explorar uma sonoridade própria dessa família de instrumentos, mas com características percussivas.

Logo abaixo, vemos a realização musical da terceira figura geométrica onde a concepção partiu dos pontos dispostos na TAB. 3 pág. 27 e seu planejamento geométrico no GRAF. 3, pág. 28.

FIGURA 6: *Transmutações I*, do compasso 11 ao 18, gerado por um triângulo escaleno.

1.2.2 Parte B

A **Parte B** foi caracterizada pela interpolação dos agregados: mudanças abruptas de texturas cordais para micro-polifônicas e vice-versa, e pela manutenção da alta densidade-número em oposição à baixa densidade-compressão.

O GRAF. 7 da pág. 33 representa o planejamento geométrico dentro do tempo linear sem perdas de generalidades para cada figura. Com a utilização de um quadrado e três retângulos consecutivos construídos a partir dos passos já descritos, temos aqui o momento musical iniciais desta parte.

Agora os agregados se alternam, de forma abrupta, entre textura cordal sustentada, articulada e micro-polifonias, não mais nas cordas, e sim nos metais formando um contraste entre timbres.

O primeiro quadrado, que se encontra no compasso noventa, construído a partir de quatro pontos dispostos na TAB. 5, pág. 30 ataca de forma simultânea, com densidade-número baixa (3). No segundo retângulo, que é composto por densidade-número um pouco maior (6), tem suas frequências e alturas descritas na TAB. 6, pág. 31 e sua entrada ocorreu de forma abrupta, levemente articulada. Temos também exemplificado na FIG. 7 pág. 39 parte do terceiro retângulo, observamos que sua realização musical gerou um agregado em textura micro-polifônica. Observa-se que, quando o retângulo ou quadrado está com sua base paralela ao eixo das abscissas, a entrada do agregado gerado por ele se dará de forma abrupta, bem como a sua dissolução.

A forma homogênea com que esse trecho foi composto permitiu a utilização dos *Pratos suspensos* e da *Queixada*³³ como ataque inicial para entrada do primeiro agregado. No segundo agregado o ataque do *Prato a2* (ver partitura *Transmutações I*, compasso 93) pontua a textura articulada e, no terceiro agregado, dá suporte à textura em micro-polifonia. Para visualizarmos os agregados de forma mais clara optou-se, nessa primeira parte do trabalho, pela omissão da linha da percussão que poderá ser vista em detalhe nas partituras no Apêndice V. Observem-se as linhas delineando as figuras geométricas formadas pelos agregados correspondentes na figura abaixo.

³³ Os instrumentos musicais e de percussão estão sempre dispostos com letras iniciais maiúsculas e em itálico para facilitar sua visualização dentro do texto.

FIGURA 7: Aqui notas sustentadas se alternam de forma abrupta seguida posteriormente de micro-polifonia. Compassos 90 a 98.

Abaixo, FIG. 8, temos o terceiro e quarto retângulos com sua realização musical apresentada através de um agregado em micro-polifonia seguido do outro em textura cordal sustentada. A terceira figura está composta das alturas constantes na TAB. 7 pág. 31, seguida imediatamente por semelhante retângulo, composto das alturas diferenciadas dispostas na TAB. 8 pág. 32. Uma característica particular nesses agregados é que existe uma manutenção da densidade-número (6) e sutil elevação na densidade-compressão (de 0,37 para 0,54). Assim, a textura em micro-polifonia está interpolada entre o agregado da figura geométrica 2, compassos 93 ao 95 da FIG. 7, e da figura geométrica 4 compassos 99 a 101.

FIGURA 8: Realização musical dos retângulos da figura 3 e 4 da Parte B, compassos 96 a 101.

Esse terceiro agregado, gerado pela terceira figura geométrica da Parte B, está acompanhado, na percussão, pelo *Woodblock* que reforça a textura dando maior colorido ao trecho. O quarto agregado é pontuado pelo ataque da *Gran cassa* e *Tamtam*. Logo que surge o agregado, ele se dissolve de forma abrupta, então aparece o *Prato suspenso* em rulo adensando e gerando um agregado com um timbre próprio.

1.2.3 Parte A'

Nessa parte ocorreu o retorno da gradação inicial dos agregados com os processos texturais e o comportamento das densidades invertidos. O GRAF. 9 pág. 35, apresenta o planejamento geométrico, com a utilização de um triângulo escaleno, no momento inicial dessa última parte de *Transmutações I*. Aqui encontramos um ponto de grande importância sonora devido a alta densidade-número (9) e máxima densidade-compressão (1) em entrada e dissolução gradual que vai do compasso 168 ao 184. A referida parte inicia no compasso 168 e segue até o término da peça.

A semelhança dessa Parte A' com a Parte A se dá principalmente pelo tipo de figuras geométricas que são utilizadas em seu planejamento. Então, como a Parte A é composta de triângulos, trapézios e círculos, a Parte A' foi composta das mesmas figuras com apenas algumas variações. Foi esse fator que determinou o caráter de similaridade.

O resultado musical desse agregado, formado por textura cordal sustentada, possui uma característica peculiar. Vê-se aqui que, no mesmo momento em que o agregado vai surgindo, durante sua realização musical, ele vai gradualmente se decompondo.

A percussão só surge a partir do compasso 174 com o *Tímpano* em rufo que reforça a linha do *Violoncelo* e do *Contrabaixo*. No compasso 180 o *Tamtam*, também em rulo, adensa esse agregado, aumentando seu colorido e seu volume.

Como vimos no planejamento, esse trecho é um momento de importância na peça e está, basicamente, composto por alturas sustentadas em entradas graduais, abrangendo os metais em surdina e partes das cordas. A disposição de suas frequências encontra-se na TAB. 9 da pág. 34.

FIGURA 9 - Trecho inicial da terceira parte de *Transmutações I* com alta densidade número e compressão, compassos 168 ao 184.

Desta forma, podemos elaborar um quadro geral onde apresentamos o comportamento da dinâmica, instrumentação, tipos de figuras geométricas, dentre outras características, observando o início e o final em cada parte de *Transmutações I*, com a indicação do número de compassos³⁴.

QUADRO 1

Disposição geral da dinâmica, instrumentação, tipos de figuras geométricas, dentre outras características de *Transmutação I*.

Partes	A		B		A'	
Compassos	01 - 94		94 - 167		168 - 242	
Instrumentação	Cordas - Madeiras, Metals		Metals e Percussão - Toda Orquestra		Metals e Cordas - Toda Orquestra	
Dinâmicas	Início	final	Início	final	Início	final
	<i>ppp</i>	<i>pp</i>	<i>f</i>	<i>ppp</i>	<i>p</i>	<i>ppp</i>
Figuras	<i>Triângulos, trapézio e</i>		<i>Quadrados e retângulos</i>		<i>Triângulos, trapézio e</i>	

³⁴ É importante lembrar que, o comportamento dos parâmetros indicados nos quadros 1 à 3 não foram pré-determinados no Planejamento Macro-Estrutural.

	<i>círculo</i>		<i>círculo</i>
Tipos de Figuras	<i>Representação individual e compostas</i>	<i>Representação individual e compostas</i>	<i>Representação individual e compostas</i>
Nº de Figuras	<i>14</i>	<i>19</i>	<i>10</i>
Textura dos Agravados	<i>Micropolifônica e cordal sustentada</i>	<i>Micropolifônica, cordal sustentada e articulada</i>	<i>Micropolifônica e cordal sustentada</i>

2. *Transmutações II*

2.1 - Planejamento Geométrico

A organização macro-estrutural da segunda peça do ciclo *Euclidianas* (com duração aproximada de oito minutos) foi baseada na oposição entre interpolações e justaposições. De forma contrária a primeira peça do ciclo (*Transmutações I*), a densidade-compressão variou de forma crescente e a densidade-número, decrescente. Esta peça foi planejada em torno de uma estrutura de partes divididas em A, B e C. Aqui, as figuras foram tratadas envolvendo movimento de rotação e transformação, na qual:

- Na **Parte A** os agregados estão justapostos. Houve aumento na densidade-compressão com diminuição na densidade-número e estabelecendo movimento de rotação das figuras geométricas em sentido horário.
- A **Parte B** foi caracterizada pela interpolação de agregados. Houve manutenção da densidade-compressão alta e da densidade-número baixa desenvolvendo processo de transformação das figuras geométricas.
- A **Parte C** foi caracterizada pela manutenção das articulações heterofônicas, com variações súbitas na densidade-compressão e com manutenção constante da densidade-número, estabelecendo retorno ao movimento rotacional das figuras geométricas em sentido anti-horário.

A tabela abaixo apresenta as diretrizes que nortearam o planejamento macro-estutural da peça.

TABELA 10

Organização macro-estrutural de Transmutações II.

<i>Transmutações II</i>			
PARTES	A	B	C
COMPORTAMENTO DA FIGURA	Rotação	Transformação	Rotação
TEMPO	3'	2'	3'
PREOCESO TEXTURAL	agregados justapostos com mudanças abruptas de articulações sustentadas para heterofônicas.	interpolação de agregados com articulações sustentadas homofônicas em oposição às heterofônicas.	articulações heterofônicas.
DENSIDADE	maior densidade-compressão e diminuição na densidade-número.	densidade-compressão alta e densidade-número baixa.	variações súbitas na densidade-compressão e densidade-número constante.
FIGURAS	quadrados e losangos.	poliedros, quadrados, retângulo e trapézio.	triângulos.

2.1.1 Parte A

O processo composicional da primeira parte de *Transmutações II* partiu primeiramente do tratamento rotacional (em 45°) em sentido horário das figuras geométricas no plano cartesiano. Além da rotação, aplicou-se o processo de diminuição das figuras geométricas através da redução gradual do número de pontos e segmentos que compõe cada uma delas. Abaixo, por exemplo, podemos visualizar os primeiros aspectos do planejamento geométrico da peça que consiste na elaboração do primeiro quadrado.

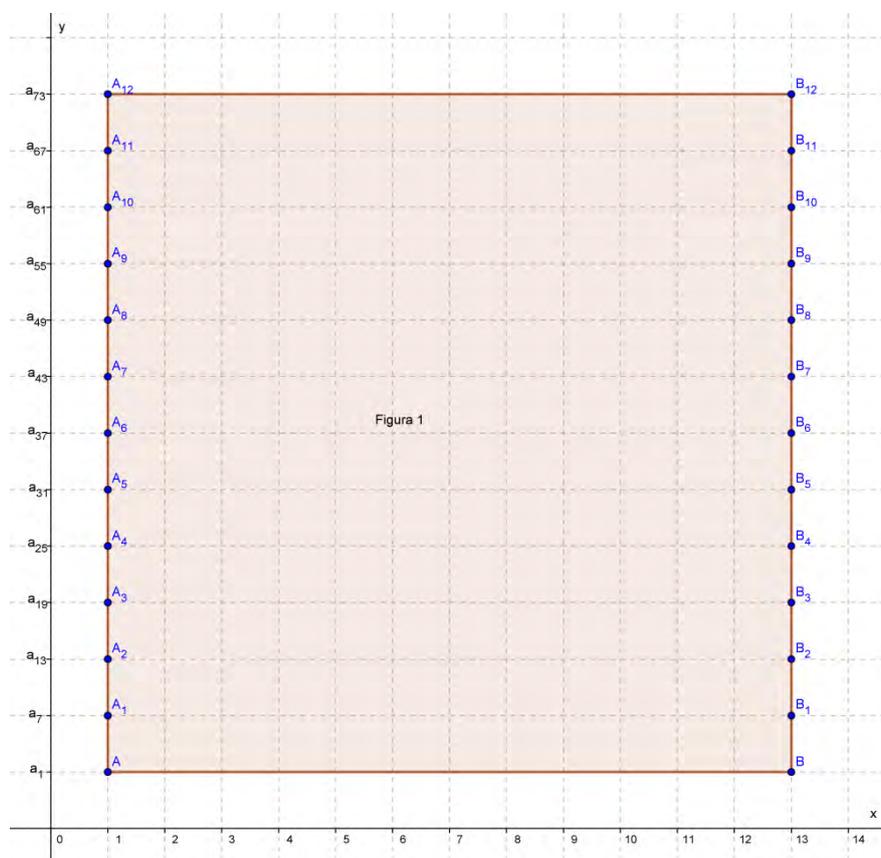


GRÁFICO 11: Quadrado que é a primeira figura geométrica que compõe o planejamento geométrico da Parte A de *Transmutações II*.

Aqui, “a₁” é igual a 43,6535Hz (Fá₁)³⁵ seguido das demais frequências dispostas na tabela abaixo:

³⁵ A escolha desta frequência baixa se deu em função da elevada densidade-número que compõe a figura, pois ela abrange uma larga amplitude dentro das frequências musicais.

TABELA 11

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 1 – Parte A	Frequência	Altura
a₇₃	2793,83Hz	Fá ₇
a₆₇	1975,53Hz	Sí ₆
a₆₁	1396,91Hz	Fá ₆
a₅₅	987,767Hz	Sí ₅
a₄₉	698,456Hz	Fá ₅
a₄₃	493,883Hz	Sí ₄
a₃₇	349,228Hz	Fá ₄
a₃₁	246,942Hz	Sí ₃
a₂₅	174,614Hz	Fá ₃
a₁₉	123,471Hz	Sí ₂
a₁₃	87,3071Hz	Fá ₂
a₇	61,7354 Hz	Sí ₁
a₁	43,6535Hz	Fá ₁

Podemos observar no GRAF. 11 que devido a frequência de “a₁” está estritamente relacionada com o segmento de reta AB, ela terá duração de doze compassos, ou seja, AB é igual a 12, bem como os pontos das demais frequências representadas respectivamente pelos segmentos de reta correspondentes (A₁B₁, A₂B₂, A₃B₃, A₄B₄, A₅B₅, A₆B₆, A₇B₇, A₈B₈, A₉B₉, A₁₀B₁₀, A₁₁B₁₁ e A₁₂B₁₂).

Para essa primeira figura geométrica temos a densidade-número igual a 13 e densidade-compressão igual a 0,17³⁶. Essa baixa densidade-compressão é resultado também de uma relação entre os índices do eixo das ordenadas de 1:6.

A segunda figura geométrica da Parte A mantém as mesmas densidades embora tenha ocorrido um processo de rotação. Agora, depois de rotacionada, a mesma figura geométrica não representará mais um agregado que surge de forma abrupta, mas sim de forma gradual; isso ocorre em virtude de seus lados AA₆ e A₆B₁₁ se posicionarem perpendicularmente ao eixo “y”.

³⁶ Substituindo os valores dentro da equação das densidades teremos: $dc = 13/73 = 0,17$.

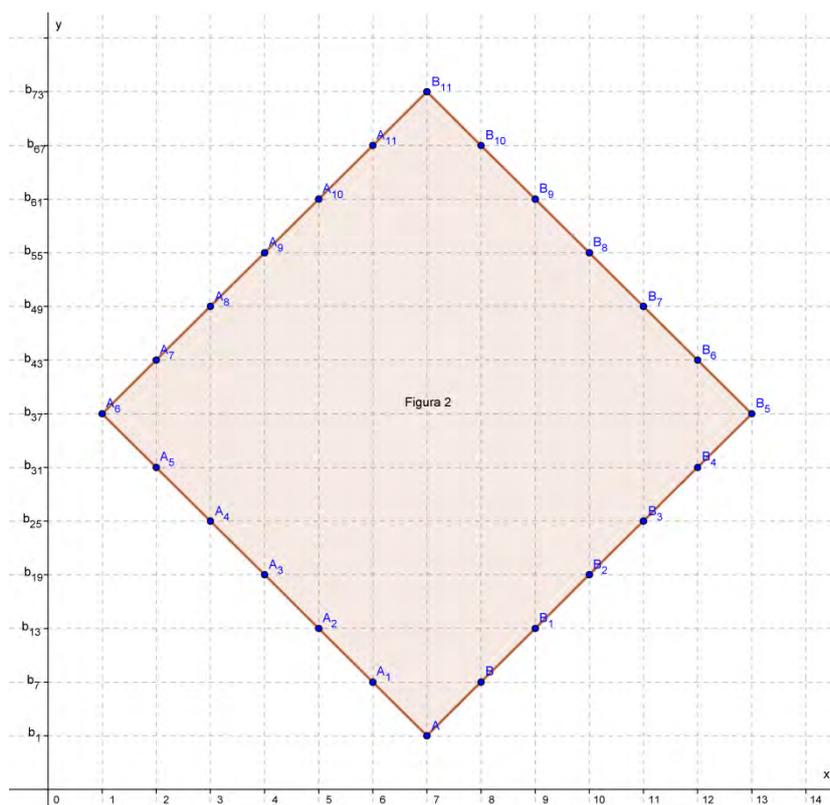


GRÁFICO 12: um losango gerado pelo processo de rotação em 45° do quadrado. Segunda figura que compõe o planejamento geométrico a Parte A de *Transmutações II*.

Mesmo que as densidades tenham se mantido, existe uma alteração no valor das frequências e na duração das mesmas. Agora “ b_1 ” é igual a 36,7081Hz e se encontra na posição de cúspide inferior A, representando um ponto de ataque. O segmento de reta A_1B agora é 2, ou seja, com duração de dois compassos e para os demais segmentos de reta A_2B_1 , A_3B_2 , A_4B_3 , A_5B_4 , A_6B_5 , A_7B_6 , A_8B_7 , A_9B_8 , $A_{10}B_9$, $A_{11}B_{10}$, A_2B_1 , respectivamente, são iguais a 4, 6, 8, 10, 12, 10, 8, 6, 4 e 2. A cúspide superior está representada por B_{11} e representará também um ponto de ataque. Mantém-se a relação entre os índices do eixo das ordenadas em 1:6. Abaixo, a tabela com as frequências partindo de “ b_1 ” até “ b_{73} ”:

TABELA 12

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 2 – Parte A	Frequência	Altura
b_{73}	2349,32Hz	Re ₇
b_{67}	1661,22Hz	Lá ₆
b_{61}	1174,66Hz	Re ₆
b_{55}	830,609Hz	Lá ₅

b₄₉	587,330Hz	Re ₅
b₄₃	415,305Hz	Lá _{b4}
b₃₇	293,665Hz	Re ₄
b₃₁	207,652Hz	Lá _{b3}
b₂₅	146,832Hz	Re ₃
b₁₉	103,826Hz	Lá _{b2}
b₁₃	73,4162Hz	Re ₂
b₇	51,9131Hz	Lá _{b1}
b₁	36,7081Hz	Re ₁

Na terceira figura geométrica da Parte A, existiu uma leve variação tanto na densidade-número (de 13 para 11) quanto na densidade-compressão (de 0,17 para 0,21).

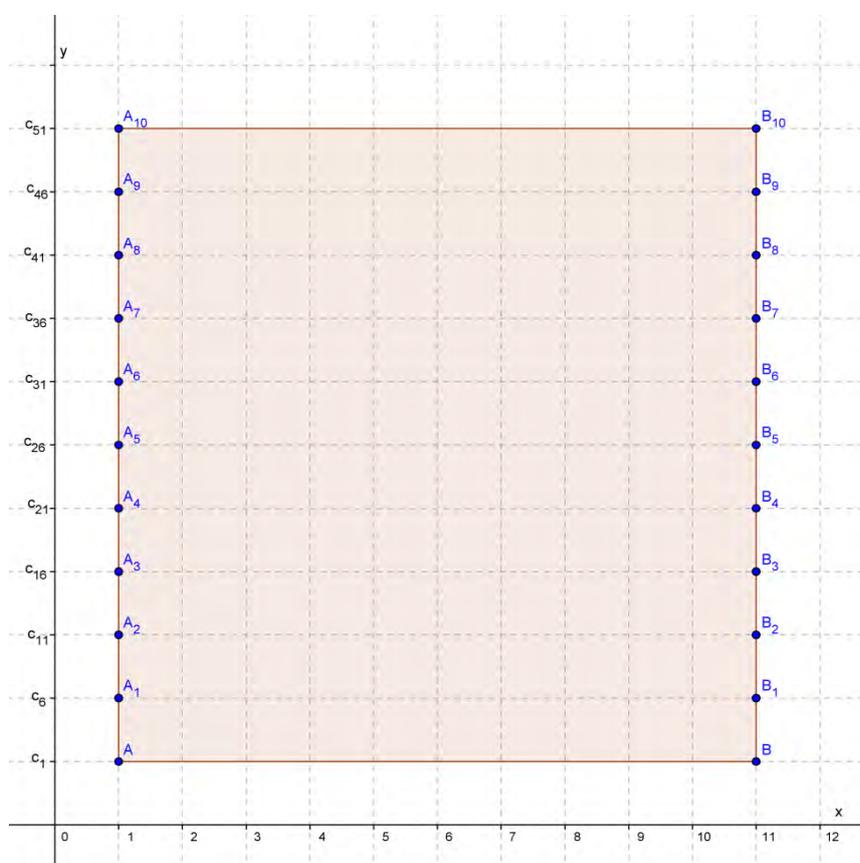


GRÁFICO 13: Terceiro quadrado na condição de terceira figura do planejamento geométrico da Parte A de *Transmutações II*.

Aqui “c₁” é igual a 77,7817Hz (Mi_{b2})³⁷ e o segmento de reta AB encontra-se novamente na posição de base do quadrado paralela ao eixo das abcissas, agora já rotacionado e reduzido em tamanho, densidade-número igual a 11. Valor igual a 10 para todos os segmentos de reta (A₁B₁, A₂B₂, A₃B₃, A₄B₄, A₅B₅, ..., A₁₀B₁₀) e a relação entre os índices do eixo das ordenadas agora é de 1:5; para os demais dados temos a tabela:

TABELA 13

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 3 – Parte A	Frequência	Altura
c₅₁	1396,91Hz	Fá ₆
c₄₆	1046,50Hz	Dó ₆
c₄₁	783,991Hz	Sol ₅
c₃₆	587,330Hz	Ré ₅
c₃₁	440,000Hz	Lá ₄
c₂₆	329,628Hz	Mi ₄
c₂₁	246,942Hz	Sí ₃
c₁₆	184,997Hz	Fá# ₃
c₁₁	138,591Hz	Dó# ₃
c₆	103,836Hz	Lá _{b2}
c₁	77,7817Hz	Mi _{b2}

Dispondo as três figuras geométricas anteriores em um mesmo plano, podemos observar uma diminuição gradual na densidade-número acompanhada de um aumento, também gradual, na densidade-compressão desses agregados.

Abaixo, veremos essas três figuras geométricas dispostas no tempo linear sem que exista perda das generalidades de cada figura em particular:

³⁷ Agora a frequência base sofreu uma leve elevação com relação à anterior, isso no intuito de gerar diversidade através do movimento do agregado sonoro. O pequeno deslocamento também se deu em virtude de sua alta densidade-número (11).

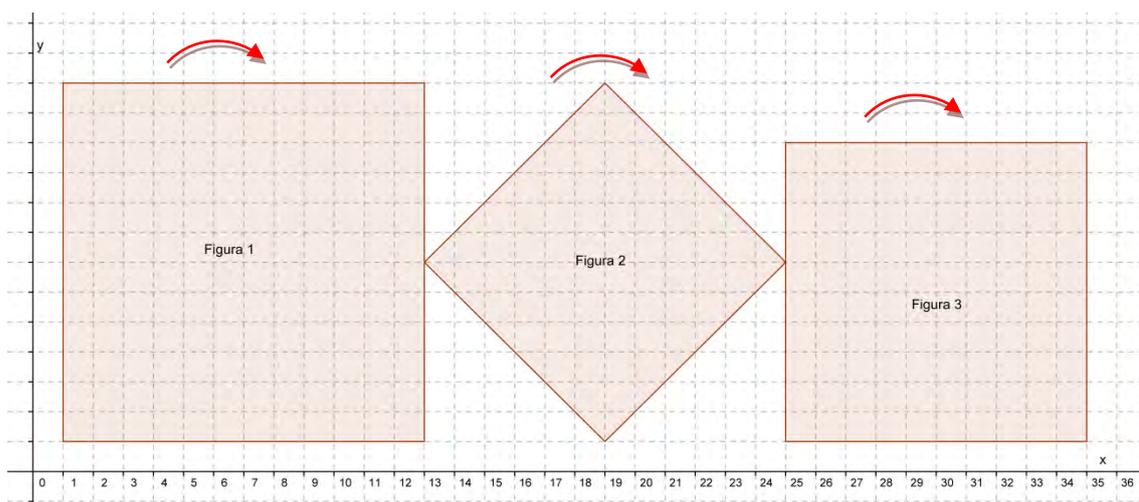


GRÁFICO 14: Disposição das três primeiras figuras da primeira parte de *Transmutações II*, sem perda de generalidades para cada figura em particular. As setas indicam a direção a qual cada figura foi rotacionada.

Dispondo os valores das densidades dessa três figuras geométricas iniciais em um gráfico, teremos:

Densidades das Figuras 1, 2 e 3

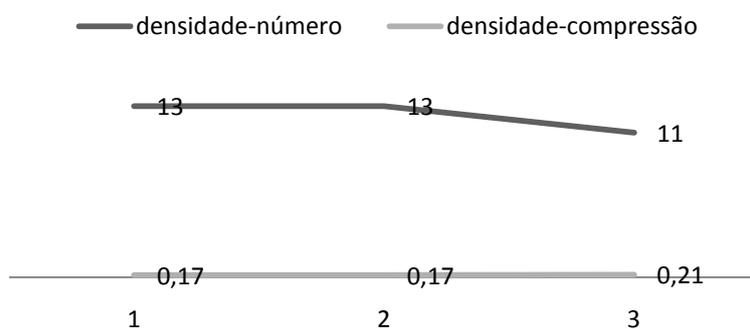


GRÁFICO. 15: o número no eixo abaixo representa cada uma das três primeiras figuras anteriormente apresentadas referente a Parte A de *Transmutações II*. A linha superior em cinza escuro representa a densidade-número e a inferior em cinza claro a densidade-compressão.

Se elaborarmos um gráfico mais detalhado dispondo o comportamento de todas as figuras que compõem a **Parte A** de *Transmutações II* com suas densidades, temos:

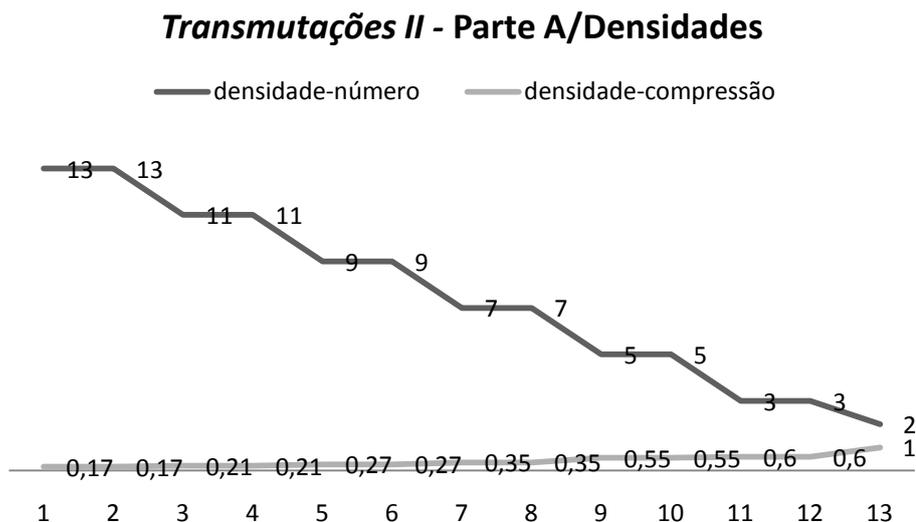


GRÁFICO 16: Disposição das densidades compressão e número de todas as figuras da primeira parte de *Transmutações II*.

Está claro, pela observação deste gráfico, que a Parte A é caracterizada por um crescimento na densidade compressão e uma diminuição gradual na densidade-número.

2.1.2 Parte B

Na **Parte B** de *Transmutações II*, temos a presença de polígonos, quadrados e retângulos compondo o planejamento geométrico formado por treze figuras geométricas. Essa parte possui densidades número (4) e compressão (1) constantes para todas as figuras geométricas que compõem o planejamento.

Para uma descrição do início da segunda parte desta segunda peça, iremos analisar o primeiro polígono, ou especificamente um octógono, que vai gradualmente se deformando por diminuição até se transformar em um retângulo já a partir da quinta figura geométrica. A partir do retângulo, se inicia o processo de aumento das figuras geométricas.

A primeira figura³⁸ dessa segunda parte, um octógono, polígono de oito lados, é composta de quatro pontos ligados a quatro segmentos de retas, onde temos:

³⁸ As figuras geométricas descritas nesse item estão dispostas no Apêndice I, *Transmutações II*, Parte B.

TABELA 14

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas.

Figura Geométrica 1 - Parte B	Frequência	Altura
a_4	1174,66Hz	Ré ₆
a_3	1108,73Hz	Dó# ₆
a_2	1046,50Hz	Dó ₆
a_1	987,767Hz	Si ₅

Percebe-se, através dos dados expostos, que a relação entre os índices desse eixo das ordenadas é de 1:1. Cada um desses segmentos de reta possui valor variável que corresponde, respectivamente, a $AB = 1$, $A_1B_1 = 3$, $A_2B_2 = 3$ e $A_3B_3 = 1$.

Na segunda figura geométrica, temos:

TABELA 15

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 2 - Parte B	Frequência	Altura
b_4	1108,73Hz	Dó# ₆
b_3	1046,50Hz	Dó ₆
b_2	987,767Hz	Si ₅
b_1	932,328Hz	Si _{b5}

É visível que a variação da frequência entre uma figura e outra é pequena, isso acontece para gerar um efeito de contraste sonoro na realização musical desses agregados.

A terceira figura da **Parte B** é composta por:

TABELA 16:

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 3 - Parte B	Frequência	Altura
c_4	1046,50Hz	Dó ₆
c_3	987,767Hz	Si ₅
c_2	932,328Hz	Si _{b5}
c_1	880,000Hz	Lá ₅

Vale observar que em função da manutenção da máxima densidade-compressão (1), por todo o trecho conforme planejamento, a relação entre os índices do eixo das ordenadas é sempre de 1:1. Temos para cada um dos segmentos de reta dessa figura

geométrica novamente valores variáveis, ou seja, igual a 1 para AB, igual a 2 para A_1B_1 , igual a para A_2B_2 e novamente igual a 1 para A_3B_3 .

Para a quarta figura da Parte B temos:

TABELA 17

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 4 - Parte B	Frequência	Altura
d_4	987,767Hz	Si ₅
d_3	932,328Hz	Si _{b5}
d_2	880,000Hz	Lá ₅
d_1	830,609Hz	Lá _{b5}

Com relação entre os índices do eixo “y” em 1:1, os segmentos de reta que compõem a figura geométrica terão durações diferentes, pois ela é formada por segmentos de reta de diferentes tamanhos.

Na figura geométrica cinco, nos deparamos com um momento onde o processo de diminuição e deformação chegou ao ponto de gerar outra figura geométrica, ou seja, um retângulo. A disposição das frequências é:

TABELA 18

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 5 - Parte B	Frequência	Altura
e_4	123,471Hz	Si ₂
e_3	116,541Hz	Si _{b2}
e_2	110,000Hz	Lá ₂
e_1	103,826Hz	Lá _{b2}

Aqui tivemos o valor de cada segmento de reta idêntico para cada ponto, ou seja, igual a 1 para AB, A_1B_1 , A_2B_2 e A_3B_3 , desta forma, todos representando um compasso. Relação entre os índices do eixo “y” é 1:1.

A figura seis mantém o processo de deformação, mas agora se inicia em outra disposição a partir de outra figura geométrica, um retângulo, que sofreu aumento em seus vértices superior e inferior. Segue a descrição na tabela:

TABELA 19

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 6 - Parte B	Frequência	Altura
f_4	130,813Hz	Dó ₃
f_3	123,471Hz	Si ₂
f_2	116,541Hz	Si _{1b2}
f_1	110,000Hz	Lá ₂

Novamente teremos aqui o valor idêntico para cada segmento de reta, correspondendo a 1 para AB, A₁B₁, A₂B₂ e A₃B₃. Relação entre os índices do eixo “y” mais uma vez é 1:1.

Abaixo encontramos o gráfico representando linearmente todas as seis figuras geométricas descritas acima sem a perda de suas generalidades:

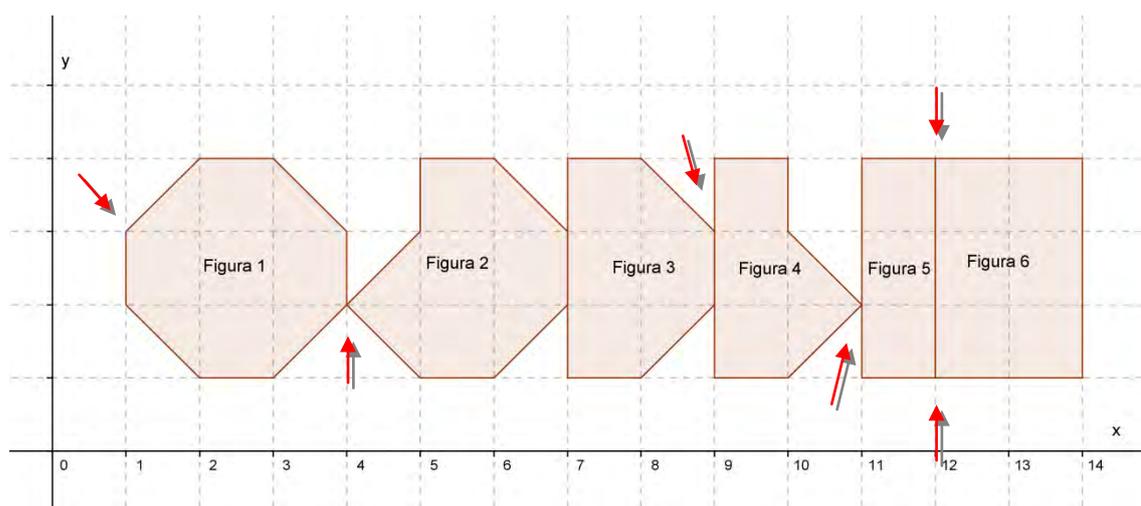


GRÁFICO 17: Disposição das seis primeiras figuras da segunda parte de *Transmutações II*, sem perda de generalidades para cada figura. Os pontos que sofrem alteração estão indicados pela seta.

Elaborando um gráfico dispondo o comportamento das densidades de todas as figuras geométricas que compõem a **Parte B** de *Transmutações II*, temos:

Transmutações II - Parte B/Densidades

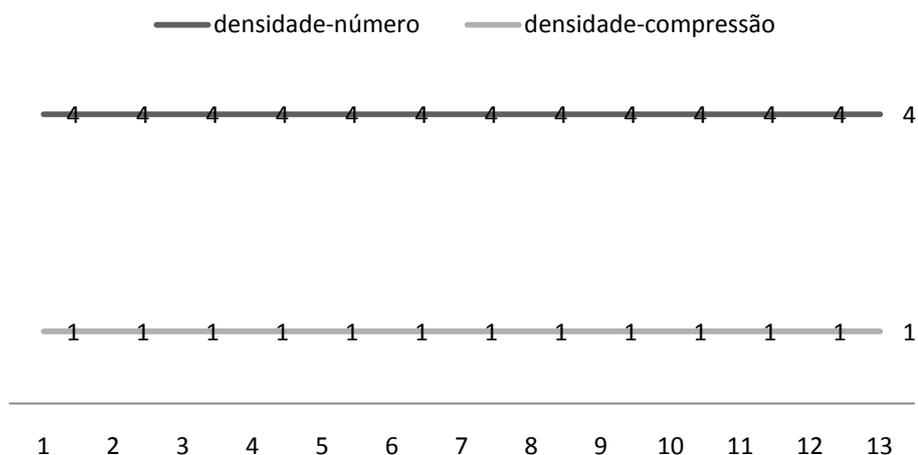


GRÁFICO 18: Disposição das densidades compressão e número de todas as figuras da Parte B de *Transmutações II*.

2.1.3 Parte C

Na descrição da terceira e última parte desta peça, que foi composta por dezesseis figuras geométricas, a densidade-número com valor igual a 6 permaneceu constante por toda a parte e a densidade-compressão se iniciou em 1 e terminou também em 1, mas variando de forma abrupta durante todo o desenvolvimento do planejamento.

O primeiro triângulo tem densidade-número igual a 6 e densidade-compressão igual a 1. Essa primeira figura geométrica é composta dos seguintes pontos:

TABELA 20

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 1 - Parte C	Frequência	Altura
a_6	233,082Hz	Si _{b3}
a_5	220,000Hz	Lá ₃
a_4	207,652Hz	Lá _{b3}
a_3	195,998Hz	Sol ₃
a_2	184,997Hz	Fá _{#3}
a_1	174,614Hz	Fa ₃

A relação entre os índices desse eixo das ordenadas é de 1:1. O valor de AB foi igual a 10; o de A_1B_1 , igual a 8; o de A_2B_2 , igual a 6; o de A_3B_3 , igual a 4 e o de A_4B_4 igual a 2. Sua cúspide, determinada como ponto de ataque, que está representada por A_5 .

Na figura geométrica dois, tivemos o primeiro triângulo rotacionado em 45° no sentido anti-horário. Ele também é composto por seis pontos:

TABELA 21

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 2 - Parte C	Frequência	Altura
b_{51}	783,991Hz	Sol ₅
b_{41}	440,000Hz	Lá ₄
b_{31}	246,942Hz	Si ₃
b_{21}	138,591Hz	Dó# ₃
b_{11}	77,7817Hz	Mi _{b2}
b_1	43,6535Hz	Fá ₁

Agora, a relação entre os índices desse eixo das ordenadas é de 1:10, o que fatalmente determinará uma grande redução na densidade-compressão dessa figura geométrica com relação à primeira (de 1 para 0,11), embora a densidade-número tenha se mantido constante (6). A cúspide A é um ponto de ataque; para o segmento de reta $A_1B = 2$; para $A_2B_1 = 2$; para $A_3B_2 = 3$; para $A_4B_3 = 4$ e para $A_5B_4 = 5$.

Na terceira figura geométrica, tivemos o segundo triângulo rotacionado também em 45° e em sentido anti-horário. Curioso observar que nessa terceira figura geométrica houve um corte seccional em um de seus vértices, e isso se deu em função do planejamento macro-estrutural que prevê essa constância na densidade-número, sendo inevitável o corte de seu vértice superior. Ela foi composta pelos pontos:

TABELA 22

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, sua frequência e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 3 - Parte C	Frequência	Altura
c_{11}	466,164Hz	Si _{b5}
c_9	415,305Hz	Lá _{b4}
c_7	369,994Hz	Fá# ₄
c_5	329,628Hz	Mi ₄
c_3	293,665Hz	Ré ₄
c_1	261,626Hz	Dó ₄

Aqui, como mostra o quadro, a relação entre os índices do eixo das ordenadas é de 1:2, resultando num aumento súbito na densidade-compressão dessa terceira figura geométrica com relação à segunda (de 0,11 para 0,54) e a densidade-número se mantém constante em 6. A cúspide A, um ponto de ataque; o segmento de reta A_1B é igual a 1; o de A_2B_1 , igual a 2; o de A_3B_2 , igual a 3; o de A_4B_3 , igual a 2 e o de A_5B_4 igual a 1.

Abaixo temos as três figuras geométricas comentadas nesse tópico, dentro da linearidade temporal e representadas sem a perda de suas generalidades:

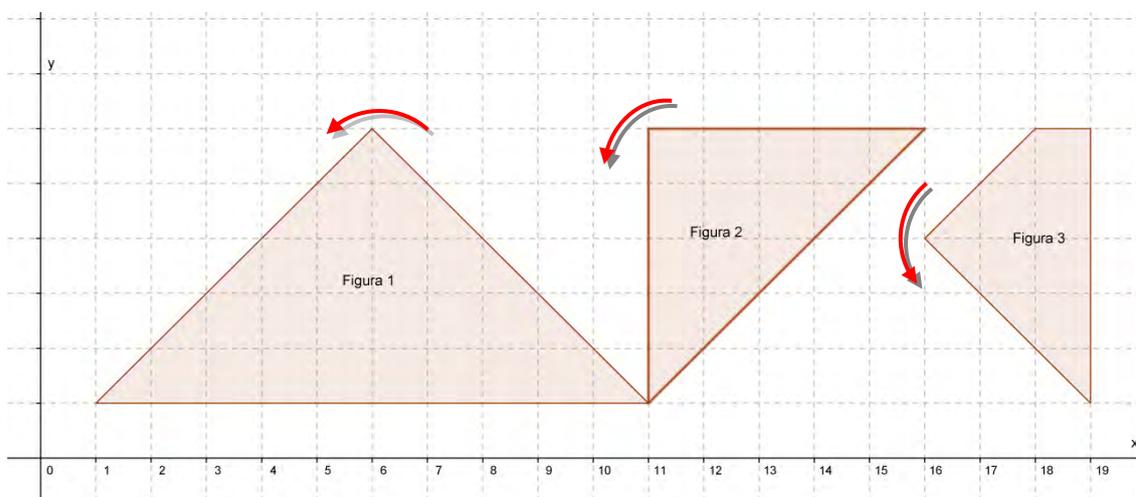


GRÁFICO 19: Disposição das três primeiras figuras geométricas da Parte C de *Transmutações II*. Apresentadas sem perda de suas generalidades. A seta curva indica a direção da rotação a que elas foram submetidas.

Coletando os dados relacionados às densidades de todas as figuras geométricas que compõem a **Parte C** de *Transmutações II*, temos o seguinte gráfico:

Transmutações II - Parte C/Densidades

— densidade-número — densidade-compressão

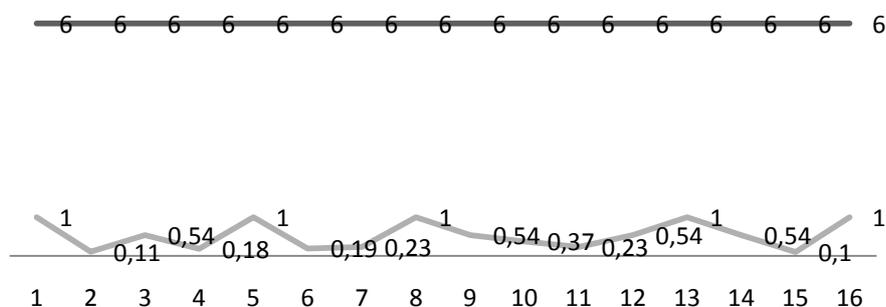


GRÁFICO 20: Disposição das densidades compressão e número de todas as figuras geométricas da terceira parte de *Transmutações II*.

2.2 A Realização Musical

Transmutações II foi composta de três partes, Parte A, B e C, com duração aproximada também de oito minutos. As figuras geométricas e o tratamento dado a elas (rotação, transformação etc.), determinaram o comportamento dos agregados sonoros. Por consequência, cada uma das três partes apresentou um resultado musical próprio que é fruto não só dos parâmetros estabelecidos para cada figura geométrica em particular (densidades, tipo de figura etc.), como também de outros essenciais à estruturação do discurso musical como dinâmica, orquestração e timbre.

A organização macro-estrutural de cada uma delas partiu de procedimentos de justaposição e interpolação dos agregados, respectivamente relacionados com as partes **A** e **B**. A aplicação com predominância da textura heterofônica ocorreu na **Parte C**.

2.2.1 Parte A

Podemos observar nos momentos iniciais dessa **Parte A** uma mudança abrupta dos agregados de textura cordal sustentada e articulados para heterofônica. O peso sonoro desse trecho está disposto nas cordas, formando um agregado composto pelas nove primeiras alturas encontradas na TAB. 11 da pág. 45 em textura cordal sustentada que alterna para articulada, conforme exemplo na FIG. 10 pág. 58.

As três alturas restantes (ver as três frequências mais altas da TAB. 11), que compõem esse agregado, estão dispostas nas madeiras, respectivamente nas duas *Flautas* e no *Piccolo*, com comportamento métrico idêntico ao das cordas, embora diferenciado pela dinâmica (vide compasso 1 a 8).

A figura geométrica aqui é um quadrado (Gráf. 11 da pág. 44) e ele abrange uma ampla gama de alturas que partem da frequência dos 43, 6535 Hz ($Fá_1$) aos 2.793,83Hz ($Fá_7$). Um grupo de alturas em textura cordal sustentada vai do compasso 1 ao 8 e a partir daí, em textura cordal articulada, segue até o compasso 12, no intuito de gerar variação dentro do bloco, em ataques nas cordas através do talão e nas madeiras do *stacatto*.

A percussão nesse agregado vai se caracterizar pela função de adensamento e realce da textura através da *Caixa* em rufo. Na textura cordal articulada, o *Prato a2* e o *Tímpano* pontuam e enfatizam os ataques, conforme demonstrado na figura abaixo:

FIGURA 10: Primeiro agregado de *Transmutações II* da Parte A, compasso 1 ao 12.

Após a abrupta conclusão desse agregado, tem início, através de uma única altura tocada pela *Trompa III*, outra textura que vai se caracterizar pela heterofonia. Esse agregado foi gerado pelo processo de rotação em 45° , sentido horário, a que foi submetido o primeiro quadrado descrito no GRAF. 11 que agora, como consequência, se apresenta em forma de um losango (GRAF. 12, pág. 46).

O peso desse agregado, exemplificado na FIG. 11, pág. 59, manteve a densidade número (13) e compressão (0,17) da realização musical anterior, e está destinado a todos os instrumentos que compõem a família dos metais. Desta forma, as nove primeiras e mais graves alturas da TAB. 12 da pág. 46/47 são realizadas nos metais e as três últimas e mais agudas se mantêm nas *Flautas* e no *Piccolo*.

A percussão aqui (*Woodblock*, *Prato a2*, *Triângulo*, *Tímpano* e *Campana*) contribui com variação e colorido sonoro, às vezes quebrando a métrica com ataques em contratempo ou repetindo as alturas para acrescentar cor ao agregado, aumentando o volume sonoro que é um caso específico da *Campana* e do *Tímpano*.

FIGURA 11: Segundo agregado de *Transmutações II* - Parte A, compasso 13 ao 25.

A FIG. 12, próxima página, apresenta o terceiro agregado gerado pela terceira figura geométrica encontrada no GRAF. 13, comentado na pág. 47, que surge de forma novamente abrupta se justapondo com a mesma orquestração do agregado anterior. Agora a densidade-número diminui.

É curioso observar que nesse agregado houve a interação de duas texturas diferentes em um mesmo bloco (ver compassos 26 a 35). Nele, interage a textura formada por alturas cordais sustentadas com a textura heterofônica. A textura cordal sustentada é composta basicamente por mínimas e semibreve (compasso 26 ao 31.2), enquanto que a heterofonia por colcheias (compassos 31.3 ao 35). As alturas que o compõem estão dispostas na TAB. 13, pág. 48. Mantendo-se nos metais, as nove primeiras e mais graves alturas e as duas mais agudas ficam dispostas mais uma vez nas *Flautas* e *Piccolo*, respectivamente.

A percussão aqui vai interagir através da *Caixa* e dos *Pratos* com a textura cordal sustentada e articulada nos primeiros momentos desse agregado, compassos 26

ao 31; o *Woodblock* e *Triângulo*, compassos 31 ao 35, vão dar suporte à textura heterofônica. Observe este procedimento na figura abaixo.

FIGURA 12: Terceiro agregado de *Transmutações II* - Parte A, compasso 26 ao 35.

Assim, como resultado musical das três figuras geométricas apresentadas no item anterior, temos os compassos iniciais de *Transmutações II*. Parte de sua variação sonora é resultado da manipulação de suas densidades número e compressão. O elemento unificador aqui está reservado às madeiras, *Flautas* e ao *Piccolo*, pois nesse agregado, mesmo havendo variação de cor sonora e das densidades pela mudança da orquestração, as alturas mais agudas permanecem sempre destinadas a esses instrumentos (compassos 1 a 12, 15 a 21 e 26 a 35).

2.2.2 Parte B

Essa parte foi caracterizada pela interpolação dos agregados com o objetivo de estabelecer contraste entre eles. O GRAF. 17 da pág. 52 demonstra o seu planejamento

geométrico linearmente. Esse planejamento se inicia com um losango que, gradualmente, se transforma por diminuição em um retângulo, que novamente se transforma de forma gradual por aumento, horizontalmente. O resultado musical será um agregado que se desenvolve gradativamente e depois abruptamente.

Agora os agregados se alternam entre alturas em textura homofônica e heterofônica. Eles iniciam nas cordas e contrastam com as madeiras a partir do compasso 93, retornando novamente para textura heterofônica novamente nas cordas no compasso 95 (realização musical das figuras geométricas 1 a 5). Podemos observar essa alternância na FIG. 13, pág. 62.

Na primeira figura geométrica (compasso 87 ao 89), um octógono (suas alturas se encontram na TAB. 14 da pág. 51), fica claro o nível alto de densidade-compressão (1) que compõe esse agregado, envolvendo uma tessitura que abrange a região aguda das frequências. A segunda figura geométrica, onde temos o octógono já em seu processo inicial de transformação, o agregado foi composto das alturas dispostas na TAB. 15 da pág. 51. Percebe-se, através da tabela, que a densidade-compressão (1) e densidade-número (4) permanecem as mesmas, mas em virtude da deformação sofrida pela figura geométrica, o agregado inicia com uma única altura, que irá gerar logo em seguida uma textura heterofônica (compassos 90 a 92).

A terceira figura geométrica gera um agregado que surge de forma abrupta dentro de um compasso em métrica 5/4 (compasso 97), dando prosseguimento a tene composição de alturas, densidade-número igual a 4 (ver TAB. 16 pág. 51), mantendo o máximo de densidade-compressão (1), vide GRAF. 18 da pág. 54, que se mantém, agora em textura articulada.

A quarta figura geométrica, já no penúltimo processo de transformação, que mudou através do processo de aumento para diminuição horizontal, antes de se tornar um retângulo, tem a estrutura composta das alturas dispostas na TAB. 17, pág. 52. Fica claro que, nesse conjunto de agregados, as alturas mesmo se deslocando em movimento cromático descendente, eles se movimentam em um âmbito bem estreito com a baixa densidade-número (4), mantendo a sua máxima densidade-compressão (1).

Esse processo está desenvolvido no início dessa parte (compassos 87 a 99) e mantém essa característica por toda Parte B.

A percussão aqui está rarefeita, pois o intento foi valorizar o contraste textural e tímbrico das cordas e madeira. Embora *Pratos* e *Clave* abram a parte, mais a frente a entrada da *Queixada* tem por objetivo quebrar o sentido métrico, pontuando o agregado

com um ataque no tempo fraco. Podemos observar essa passagem logo em seguida na FIG. 13.

FIGURA 13: Dez primeiros compassos de *Transmutações II* da Parte B, compasso 88 ao 97.

As alturas que compõem os próximos agregados se encontram nas TAB. 18 e 19, págs. 52 e 53. Eles são os retângulos das figuras geométricas 5 e 6 do GRAF. 18 pág. 54. O primeiro será formado de textura articulada e irá contrastar com o próximo retângulo, gerado através de um processo de transformação, por aumento em sentido horizontal, do retângulo anterior em textura homofônica (compassos 97 ao 99). Sua realização musical está exemplificada na FIG. 14, pág. 63.

Assim, do planejamento da figura geométrica 6 em diante, os metais formam um contraste de timbres e textura com o agregado anterior que está em compasso 5/4. Nesse trecho que vai do compasso 98 ao 102, as duas figuras geométricas são compostas por textura em homofonia.

A percussão aqui se mostra mais presente no primeiro agregado com o ataque em rufo da *Gran cassa*, no segundo, ela dá suporte a textura homofônica através da *Clave* que dialoga com as vozes articuladas nos *Trombones I e II*. O ataque inicial foi realizado pelos *Pratos*, abrindo o início do agregado e pontuando o contratempo e o tempo forte seguinte.

FIGURA 14: *Transmutações II* - Parte B, compasso 96 ao 98.

Com vimos anteriormente, esse trecho revela o comportamento musical de toda a Parte B, no que se refere as densidades. As variações de sonoridade se deram basicamente no nível das frequências, seja explorando os limites das alturas agudas e grave, respeitando unicamente a tessitura de cada instrumento, ou através de diálogos entre timbres.

2.2.3 Parte C

Foi composta a partir de texturas heterofônicas. Ela inicia com a entrada gradual das alturas disposta na TAB. 20, pág. 54; este conjunto de alturas revela um agregado musical que se caracteriza pela distância entre as alturas em semitons, deste Fá até Si). Com sua região mais grave no *Fagote* e a mais alta no *Clarinete*, a realização musical da primeira figura do GRAF. 19 da pág. 56, um triângulo equilátero, abrange a região intermediária das frequências e está disposta em textura cordal sustentada em métrica 6/4.

A realização musical dessa primeira figura geométrica da Parte C está disposta nos compassos 189 a 198 e está pontuada pela percussão (*Tamtam*) onde reforça as alturas iniciais e finaliza com a *Caixa*, em rufo, no final da decomposição do agregado. A idéia aqui é explorar o som das madeiras, conforme demonstrado na FIG. 15 seguinte.

FIGURA 15: *Transmutações II* - Parte C, compasso 189 ao 198.

A segunda figura é resultado do processo de rotação em 45° , no sentido anti-horário, do primeiro triângulo desta parte, resultando agora em um de seus lados paralelo ao eixo das ordenadas. Por isso, gerando uma entrada abrupta das alturas que compõe o agregado (compassos 199 a 203), mas terá, como consequência, a decomposição dessas alturas de forma gradual.

No agregado que compõe a segunda figura da Parte C, existe uma complexa estrutura rítmica que gravita em torno das alturas que se encontram na TAB. 21 da pág. 55. A sonoridade menos tensa deste agregado é consequência de uma significativa variação na densidade-compressão (de 1 para 0,32), pois o planejamento macro-estrutural dessa parte partiu da variação súbita entre as densidades-compressão. A distância entre cada uma das alturas agora cobre quase uma oitava.

A função da percussão foi pontuar momentos diversos dentro do desenvolvimento deste agregado, criando um tipo de “ataque inicial” no mesmo momento em que ocorre um distanciamento da regularidade da pulsação. Esse procedimento está ilustrado na FIG. 16 da pág. 65.

A terceira figura geométrica, que gerou o terceiro agregado, agora volta a se formar gradualmente, logo após mais uma rotação de 45° graus do triângulo anterior. Esse terceiro triângulo do planejamento geométrico encontra-se com sua cúspide A_3 de frente para o eixo das ordenadas, por consequência, a entrada das alturas é feita de forma gradual e simultânea com a dissolução do agregado realizado de forma abrupta (compassos 204 a 206).

Todas as seis alturas que compõe este agregado estão dispostas na TAB. 22 da pág. 55. Esse agregado vai explorar a região intermediária das alturas e estará nas madeiras. A percussão aqui é destinada ao *Prato* e se inicia repetindo o processo de

pontuação através do deslocamento métrico. No final, ele está em rulo cobrindo o próximo agregado, conforme podemos observar na FIG. 16 abaixo.

FIGURA 16: *Transmutações II* - Parte C, compasso 199 ao 206.

Agora podemos elaborar um quadro onde temos a descrição do comportamento da dinâmica, da instrumentação, tipos de figuras, dentre outras características, observado do início ao final de cada parte, com a indicação do número de compassos.

QUADRO 2

Disposição geral da dinâmica, instrumentação, tipos de figuras geométricas, dentre outras características de *Transmutação II*.

Partes	A		B		C	
Compassos	01 - 86		87 - 188		189 - 280	
Instrumentação	Cordas - Madeiras, Metais		Metais - Toda Orquestra		Metais e Cordas – Toda Orquestra	
Dinâmicas	Início <i>ppp</i>	final <i>mp</i>	Início <i>f</i>	final <i>f</i>	Início <i>pp</i>	final <i>ppp</i>
Figuras	<i>Quadrado e losango.</i>		<i>Losango, retângulo e</i>		<i>triângulos</i>	

<i>paralelogramo</i>			
Tipos de Figuras	<i>Representação individual</i>	<i>Representação individual</i>	<i>Representação individual</i>
Nº de Figuras	<i>11</i>	<i>13</i>	<i>16</i>
Textura dos Agregados	<i>Cordais sustentadas e heterofônicas</i>	<i>Heterofônicas e homofônicas</i>	<i>Heterofônicas</i>

3 *Transmutações III*

3.1 Planejamento Geométrico

A terceira e última peça do ciclo *Euclidianas* (com duração aproximada de nove minutos), teve sua organização macro-estrutural caracterizada pelo surgimento de amálgamas sonoros (sínteses ou combinações de texturas em uma unidade mais complexa), utilizando também a justaposição e interpolação dos agregados. Nessa última parte, a densidade-número e a densidade-compressão estiveram dispostas em relações diretamente proporcionais. A peça foi planejada em torno das partes descritas abaixo:

- A **Parte A** foi caracterizada inicialmente pela textura em micro-polifonia contrastando com os agregados sustentados em texturas cordais, dispostas em cada família de instrumento particular, estabelecendo alternância entre os tipos de texturas. Densidade-número e densidade-compressão crescentes.
- A **Parte B** foi caracterizada pela justaposição dos agregados em micro-polifonia com as texturas cordais utilizadas na seção anterior. As duas densidades continuam crescentes. Serão exploradas as dinâmicas com baixa intensidade sonora.
- Na **Parte C** o processo de interpolação ocorreu entre os agregados em micro-polifonia e os sustentados em textura heterofônica. Densidades crescentes em direção ao valor máximo explorado na peça, que ocorreu na seção seguinte. Foi utilizada uma maior intensidade na dinâmica além da proposta da elaboração de cânone textural.
- Na **Parte D** ocorreu a formação do amálgama dos agregados articulados em heterofonia interagindo com aqueles articulados em micro-polifonia. Manutenção do valor máximo das densidades para o planejamento.

O quadro abaixo apresenta as diretrizes que nortearam o planejamento macro-estrutural da peça.

TABELA 23

Organização macro-estrutural do terceiro movimento da peça Sinfônica.

<i>Transmutações III</i>				
PARTES	A	B	C	D
COMPORTAMENTO DAS FIGURAS	Aumentação e superposição gradual	Aumentação e superposição gradual	Superposição gradual	Superposição e rotação
TEMPO	2'	2'	2'	1'
PREOCESO TEXTURAL	textura micro-polifônica com agregados sustentados.	justaposição dos agregados em micro-polifonia com texturas cordais.	interpolação entre agregados em micro-polifonia e agregados sustentados em textura heterofônica.	amálgama dos agregados articulados em heterofonia com os articulados em micro-polifonia.
DENSIDADE	densidade-número e densidade-compressão crescentes.	densidade-compressão e densidade-número crescentes.	densidades crescentes em direção ao valor máximo.	manutenção do valor máximo das densidades.
FIGURAS	triângulos, quadrados.	triângulos e quadrados.	losangos, círculos e retângulos.	poliedros e retângulos.

3.1.1 Parte A

O processo composicional da primeira parte de *Transmutações III* partiu do aumento e superposição graduais das figuras geométricas em um mesmo plano cartesiano. Esse processo esteve relacionado diretamente com o número de pontos e segmentos de retas que compõe cada uma delas. Nesta parte, tivemos associado ao início do planejamento geométrico uma mínima densidade-número (2) diretamente relacionada a uma baixa densidade-compressão (0,080)³⁹, e somou um total de dezessete figuras geométricas. Essa baixa densidade-compressão é resultado da relação entre os índices do eixo das ordenadas em 1:25.

Abaixo, por exemplo, podemos visualizar o primeiro quadrado que é a figura inicial do planejamento geométrico da peça.

³⁹ Substituindo os valores dentro da equação das densidades teremos: $dc = 2/25 = 0,08$.

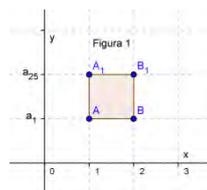


GRÁFICO 21: Este quadrado é a primeira figura geométrica que compõe o planejamento geométrico da Parte A de *Transmutações III*.

Aqui, “ a_1 ” é igual à $41,2034\text{Hz}$ (Mi_1)⁴⁰ seguido das demais frequências dispostas na tabela abaixo:

TABELA 24

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância elas, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 1 – Parte A	Frequência	Altura
a_{25}	$174,614\text{Hz}$	Fá ₃
a_1	$41,2034\text{Hz}$	Mi ₁

Podemos observar no GRAF. 21 que as frequências de “ a_1 ” e “ a_{25} ” estão relacionadas com o segmento de reta AB e A_1B_1 , respectivamente, ambas igual a 1.

A segunda figura geométrica da Parte A, um triângulo, manteve a densidade-número (2) e sofreu leve alteração na densidade-compressão (de 0,80 para 0,083). Como resultado da modificação da figura, embora suas densidades tenham praticamente se mantido constantes, a figura geométrica não representará mais um agregado que surge de forma abrupta, mas sim de forma gradual em virtude da disposição de seu lado AA_1 com relação ao eixo das abscissas. A leve variação na densidade-compressão ocorrida é resultado da variação na relação entre os índices do eixo das ordenadas próximo ao da figura geométrica anterior, mas sutilmente inferior, isto é, 1:24.

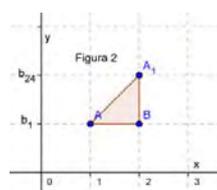


GRÁFICO 22: Triângulo retângulo, que é a segunda figura que compõe o planejamento geométrico a Parte A de *Transmutações III*.

⁴⁰ A escolha desta frequência ocorreu no intuito de explorar a região grave e, pois em função da razão do eixo das ordenadas, a mesma abrange uma larga amplitude.

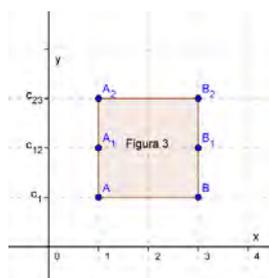
Houve uma variação das frequências, bem como, na duração das mesmas. Agora “ b_1 ” é igual a $36,7081Hz$ (Re_1) e se encontrando na posição de base do triângulo representado pelo segmento de reta AB igual a 2. A cúspide A_1 , ponto de ataque, na parte superior do triângulo teve a duração de uma semínima.

TABELA 25

Pontos dos eixos das ordenadas, distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 2 – Parte A	Frequência	Altura
b_{24}	$146,832Hz$	Re_3
b_1	$36,7081Hz$	Re_1

Na terceira figura geométrica da Parte A, que sofreu um processo de expansão, percebe-se um aumento tanto na densidade-número (de 2 para 3) quanto na densidade-compressão (de 0,083 para 0,13).

GRÁFICO 23: Terceira figura geométrica do planejamento geométrico da Parte A de *Transmutações III*.

Esse quadrado agora está composto de 3 segmentos de reta (AB , A_1B_1 e A_2B_2), relacionados com as frequências indicadas na TAB. 25 acima. O valor dos referidos segmentos de reta corresponderá a 2. Observa-se que a relação entre os índices do eixo das ordenadas agora é de 1:11.

TABELA 26

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, sua frequência e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 3 – Parte A	Frequência	Altura
c_{23}	$164,803Hz$	Mi_3
c_{12}	$87,3042Hz$	$Fá_2$
c_1	$46,2493Hz$	$Fá\#_1$

Na quarta figura geométrica da Parte A, temos uma manutenção tanto na densidade-número (3) quanto na densidade-compressão (0,13) com relação a figura anterior. A diferença agora, como veremos no GRAF. 24 abaixo, é que a textura se formará gradualmente, ao contrário da anterior que surge de forma abrupta em virtude da alteração da figura para um triângulo com seu lado AA_2 perpendicular ao eixo “y”.

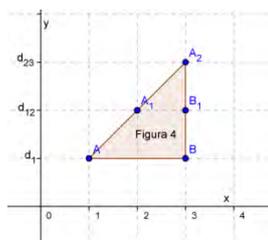


GRÁFICO 24: Quarta figura geométrica do planejamento da Parte A de *Transmutações III*.

Este triângulo retângulo está composto de dois segmentos de reta e uma cúspide. O “ d_1 ” é igual à $46,24937Hz$ e o segmento de reta AB encontra-se novamente na posição de base do quadrado sendo igual a 2. O valor do outro segmento de reta A_1B_1 corresponde é igual a 1 e a cúspide A_2 representando um ponto de ataque. Para visualizar as frequências, temos a tabela:

TABELA 27

Pontos dos eixos das ordenadas, distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 4 – Parte A	Frequência	Altura
d_{23}	$164,803Hz$	Mi_3
d_{12}	$87,3042Hz$	$Fá_2$
d_1	$46,2493Hz$	$Fá\#_1$

Na quinta figura geométrica da Parte A, temos um aumento tanto na densidade-número (de 3 para 4) quanto na densidade-compressão (de 0,13 para 0,11). Agora, como será observado na realização musical, a textura se formará abruptamente para as duas primeiras alturas, que correspondem aos pontos e_{12} e e_{23} , e gradualmente com relação as duas outras, que também surgem de forma simultânea (e_1 e e_{34}).

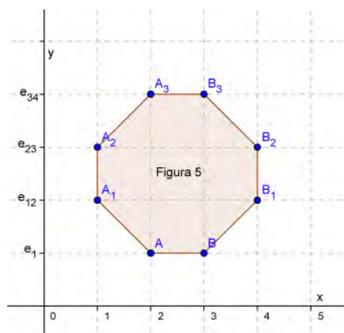


GRÁFICO 25: Octógono da quinta figura geométrica do planejamento geométrico da Parte A de *Transmutações III*.

Desta forma, este octógono está composto de 4 segmentos de reta. O “ e_1 ” é igual a $138,5917Hz^{41}$ e o segmento de reta AB encontra-se novamente na posição de base do quadrado, igual a 1. Os outros dois segmentos de reta (A_1B_1 e A_2B_2) foram iguais a 2, e A_3B_3 igual a 1. As demais frequências estão indicadas na tabela abaixo:

TABELA 28

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 5 – Parte A	Frequência	Altura
e_{34}	932,236 Hz	Si ₅
e_{23}	493,850 Hz	Si ₄
e_{12}	261,616 Hz	Dó ₄
e_1	138,591 Hz	D ₃ [#]

Na sexta figura geométrica dessa parte, temos uma mudança na composição da figura, ela agora deixa de ser uma representação isolada da figura geométrica para se tornar uma representação composta, ou seja, mais de uma figura interagindo em um mesmo plano cartesiano. O GRAF. 26, na página seguinte, apresenta um retângulo (figura geométrica 6a) e um triângulo (figura geométrica 6b) interagindo em um mesmo plano cartesiano.

⁴¹ A frequência base agora explora a região média grave em virtude de uma maior diversidade no deslocamento das frequências.

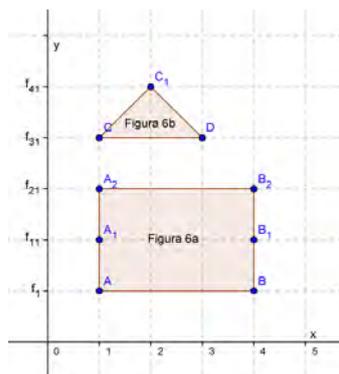


GRÁFICO 26: Retângulo e triângulo da sexta figura geométrica (a e b) do planejamento geométrico da Parte A de *Transmutações III*.

As figuras geométricas apresentadas no Graf 26 resultam em 4 segmentos de reta e uma cúspide. A frequência base “ f_1 ” corresponde à frequência de $87,3071\text{Hz}$ e os segmentos de reta da figura geométrica 6a (AB , A_1B_1 , A_2B_2) tiveram valores iguais a 3. A figura geométrica 6b possui o segmento de reta CD igual a 1 e a cúspide C_1 como ponto de ataque. Para as demais frequências, temos a tabela:

TABELA 29

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, sua frequência e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 6a e 6b – Parte A	Frequência	Altura
f_{41}	$880,000\text{ Hz}$	$L\acute{a}_5$
f_{31}	$493,897\text{ Hz}$	Si_4
f_{21}	$277,198\text{ Hz}$	$D\acute{o}\#_4$
f_{11}	$155,559\text{ Hz}$	Mi_b_3
f_1	$87,3071\text{ Hz}$	$F\acute{a}_2$

Abaixo, temos linearmente as seis figuras geométricas, descritas anteriormente, sem que exista a perda das generalidades de cada uma das figuras em particular:

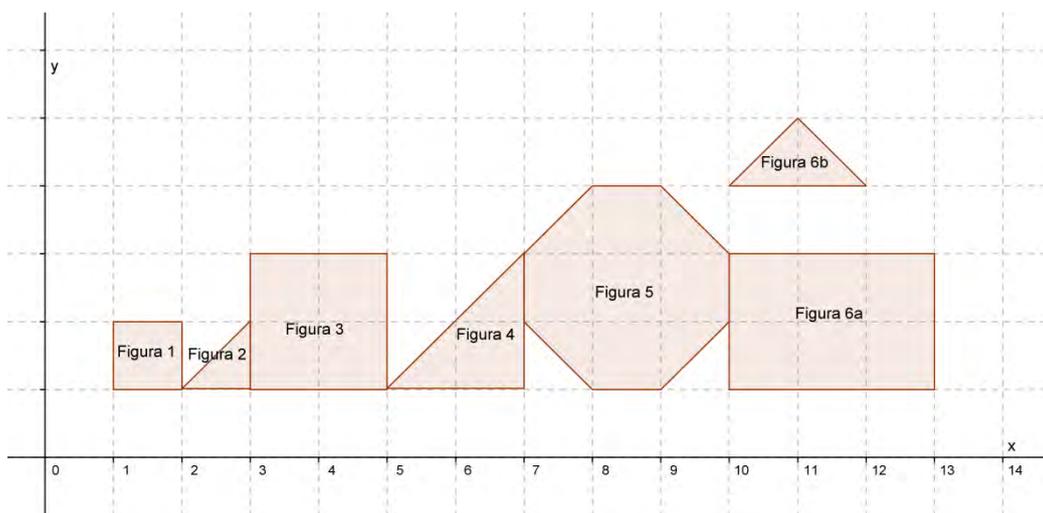


GRÁFICO 27: Disposição das seis primeiras figuras da primeira parte de *Transmutações III*, sem perda de generalidades para cada figura em particular.

Abaixo, os valores das densidades dessas seis figuras geométricas:

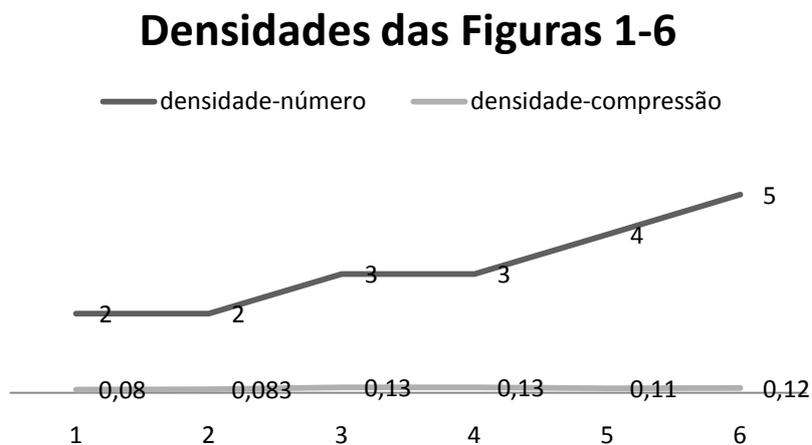


GRÁFICO 28: Os números inteiros na linha inferior representam cada uma das seis primeiras figuras geométricas anteriormente apresentadas. A linha em cinza escuro representa a densidade-número e a em cinza claro a densidade-compressão.

Elaborando um gráfico dispondo o comportamento de ambas as densidades de todas as figuras que compõe a **Parte A** de *Transmutações III*, teremos:

Transmutações III - Parte A/Densidades

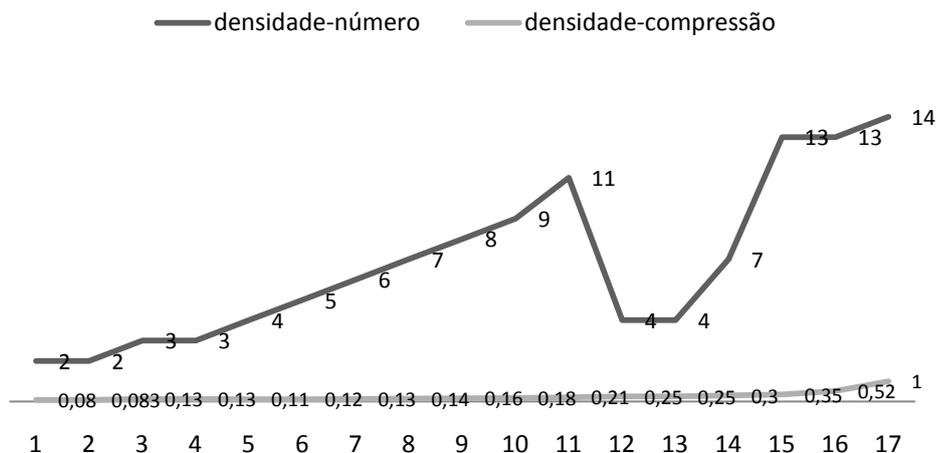


GRÁFICO 29: Disposição das densidades compressão e número de todas as figuras da primeira parte de *Transmutações III*.

3.1.2 Parte B

Na **Parte B** de *Transmutações III*, temos a presença de quadrados e triângulos que gradualmente aumentam de tamanho e se sobrepõem, compondo o planejamento geométrico composto por vinte e oito figuras geométricas.

Para uma descrição do início da segunda parte desta peça, vamos analisar as cinco primeiras figuras geométricas que estão dispostas em sua representação isolada (no plano cartesiano) e compostas (sobrepostas uma sobre a outra no mesmo plano).

A primeira figura geométrica dessa segunda parte será um quadrado, composto de dois pontos, onde temos:

TABELA 30

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre seus pontos, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 1 - Parte B	Frequência	Altura
a_{56}	1760,00Hz	Lá ₆
a_1	73,4162Hz	Ré ₂

Percebe-se que a relação entre os índices do eixo das ordenadas nesse quadrado é de 1:55. Cada um dos dois segmentos de retas (AB, A₁B₁) possui o mesmo valor e

correspondem a 1 compasso. Tanto a densidade-número (2) quanto a densidade-compressão (0,03) foram baixas.

A tabela das frequências da segunda figura geométrica, que também é um quadrado, encontra-se abaixo:

TABELA 31

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre seus pontos, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 2 - Parte B	Frequência	Altura
b₅₅	195,998 Hz	Lá ₆
b₂₈	174,614 Hz	Fá# ₄
b₁	155,563 Hz	Mi ₂

Através dos dados da tabela acima, observamos que a relação entre os índices do eixo das ordenadas para essa figura geométrica agora é de 1:27. Assim, tanto a densidade-número (de 2 para 3), como a densidade-compressão (de 0,03 para 0,08) sofreram leve elevação. Cada segmento de reta (AB, A₁B₁, A₂B₂) teve valor igual a 3 correspondendo a três compassos.

A tabela das frequências da terceira figura geométrica “a” e “b” encontra-se abaixo:

TABELA 32

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre seus pontos, suas frequências e alturas correspondentes.

Figuras Geométricas 3a e 3b - Parte B	Frequência	Altura
c₄₃	932,328 Hz	Si ₅
c₂₉	415,305 Hz	Lá ₄
c₁₅	184,997 Hz	Fá# ₃
c₁	82,4069 Hz	Mi ₂

Surge aqui a representação composta de uma figura geométrica que é formada por dois quadrados sobrepostos com dimensões semelhantes. Tanto a densidade-número (de 2 para 3) quanto a densidade-compressão (de 0,03 para 0,08) sofreram leve aumento. A relação entre os índices do eixo das ordenadas é de 1:14. Temos valor igual a 1 para os quatro segmentos de reta: AB, A₁B₁ do quadrado 3a e CD, C₁D₁ do quadrado 3b, posicionado acima do primeiro.

Para as próximas figuras geométricas, representação composta de dois quadrados, dessa **Parte B** temos:

TABELA 33

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre seus pontos, suas frequências e alturas correspondentes.

Figuras Geométricas 4a e 4b - Parte B	Frequência	Altura
d₅₃	1567,98Hz	Sol ₆
d₄₀	739,989Hz	Fá# ₅
d₂₇	349,228Hz	Fá ₄
d₁₄	164,814Hz	Mi ₃
d₁	77,7817Hz	Mi ₂

A relação entre os índices desse eixo das coordenadas retorna à 1:13 gerando um aumento gradual nas densidades. Como temos aqui figuras geométricas com tamanhos diferentes interagindo com o mesmo eixo das abscissas, para determinar o valor de cada segmento de reta teremos valores diferenciados. A primeira figura da representação composta (4a) tem uma dimensão maior que a de cima e ela também tem uma duração diferente.

Sendo assim, a figura geométrica descrita como 4a terá valor igual a 2 para os três segmentos de reta (AB, A₁B₁, A₂B₂) e o segundo quadrado, figura geométrica 4b, terá o valor igual a 1 para seus dois segmentos de reta (CD e C₁D₁).

As figuras geométricas 5a e 5b dessa **Parte B**, representada por dois quadrados, foram compostas por:

TABELA 34

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, sua frequência e altura correspondentes.

Figuras Geométricas 5a e 5b - Parte B	Frequência	Altura
e₅₁	1396,70Hz	Fá ₆
e₄₁	783,899Hz	Sol ₅
e₃₁	439,961Hz	Lá ₄
e₂₃	246,927Hz	Si ₃
e₁₃	138,587Hz	Dó# ₃
e₁	77,7817Hz	Mi ₂

A relação entre os índices desse eixo das ordenadas cai para 1:10 e aqui temos mais uma vez uma representação composta de figuras geométricas interagindo no

mesmo eixo das abscissas e das ordenadas. Novamente a densidade-número varia (de 5 para 6) junto com a densidade-compressão (de 0,11 para 0,16). Agora ambas as figura geométricas têm a mesma dimensão. Assim, o valor de cada segmento de reta (AB , A_1B_1 , A_2B_2 para o quadrado 5a e CD , C_1D_1 e C_2D_2 para o quadrado 5b) foram iguais a 2.

Abaixo encontramos as cinco primeiras figuras geométricas, em suas representações individuais e compostas, sem a perda de suas generalidades:

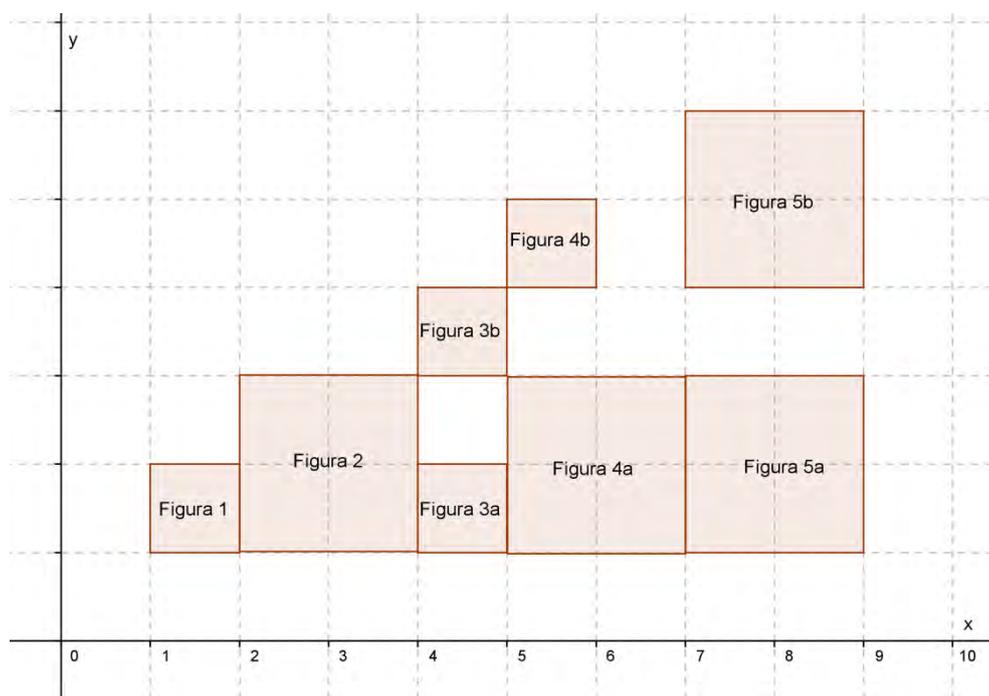


GRÁFICO 30: Disposição das cinco primeiras figuras geométricas da segunda parte de *Transmutações III*, sem perda de generalidades para cada figura ou grupo delas.

O GRAF. 31, seguinte, demonstra o comportamento das densidades de todas as figuras que compõem a **Parte B** de *Transmutações III*, composta de quadrados e triângulos, que se aumentam e se sobrepõem gradualmente:

Transmutações III - Parte B/Densidades

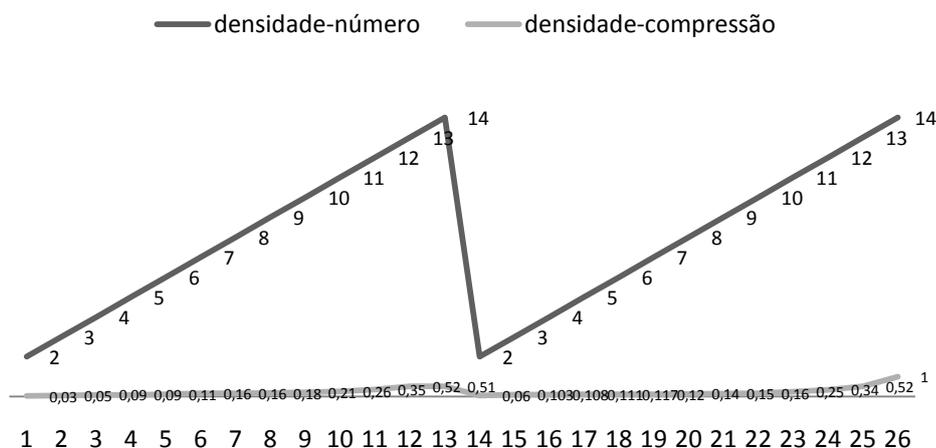


GRÁFICO 31: Disposição das densidades compressão e número de todas as figuras geométricas simples e compostas da Parte B de *Transmutações III*.

Pela observação desse gráfico, na **Parte B**, percebe-se uma variação sempre crescente nas densidades.

3.1.3 Parte C

Na descrição da penúltima parte desta peça, analisaremos as primeiras figuras geométricas em sua representação individual que, através de um processo de superposição, ou representação composta, resultará em um aumento gradual da densidade-número.

A primeira figura geométrica, uma elipse⁴², é composta de 3 pontos, onde temos:

TABELA 35

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre seus pontos, suas frequências e alturas correspondentemente.

Figura Geométrica 1 - Parte C	Frequência	Altura
a₂₁	1864,66Hz	Si ₆
a₁₁	1046,50Hz	Dó ₆
a₁	587,330Hz	Ré ₅

⁴² O resultado musical da elipse se diferencia do círculo devido à mesma ser composta de um eixo maior e um menor, enquanto que o círculo é formado por um raio de valor numérico fixo. Assim, no planejamento, a elipse tenderá sempre a ter uma densidade-compressão maior que a do círculo.

A relação entre os índices desse eixo das ordenadas é de 1:10. Essa elipse é formada por um eixo maior que é o segmento de reta A_1B que possui valor igual 4. Além desse segmento existe um ponto de ataque inferior representado por A e um ponto de ataque superior por A_2 , por serem cúspide, ambos com duração igual a uma semínima. A densidade-número é igual a 3 e a densidade-compressão (0,14).

A segunda figura geométrica, uma representação composta de figura geométrica formada por duas elipses sobrepostas, é composta de cinco pontos, onde temos:

TABELA 36

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre seus pontos, suas frequências e alturas correspondentes.

Figuras Geométricas 2a e 2b - Parte C	Frequência	Altura
b₃₃	1760,00Hz	Lá ₆
b₂₅	1108,73Hz	Dó# ₆
b₁₇	698,456Hz	Fá ₅
b₉	440,000Hz	Lá ₄
b₁	277,183Hz	Dó# ₄

Através dos dados da tabela acima, observamos que a relação entre os índices do eixo das ordenadas para essa representação composta de figura geométrica é de 1:8. Aqui temos um aumento tanto na densidade-número (de 3 para 5) quanto na densidade-compressão (de 0,14 para 0,15). Essas duas elipses são formadas, cada uma, por um eixo maior com segmento de reta (A_1B para a figura geométrica 2a e C_1D para a figura geométrica 2b) que possui valor igual a 4. Além desses dois segmentos de reta, existe ponto de ataque inferior A para a figura 2a e C para a figura 2b representando um ponto de ataque. Da mesma forma, existe um ponto de ataque superior A_2 para a figura geométrica 2a e C_2 para a figura geométrica 2b.

A terceira figura geométrica, uma representação composta formada por três elipses, é composta por sete pontos, onde temos:

TABELA 37

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre seus pontos, suas frequências e alturas correspondentes.

Figuras Geométricas 3a, 3b e 3c - Parte C	Frequência	Altura
c₃₇	1046,50Hz	Dó ₆
c₃₁	739,989Hz	Fá# ₅
c₂₅	523,251Hz	Dó ₅

c₁₉	369,994Hz	Fá# ₄
c₁₃	261,626Hz	Dó ₄
c₇	184,997Hz	Fá# ₃
c₁	130,813Hz	Dó ₃

O eixo das ordenadas para essa representação composta de figura geométrica agora tem relação entre os índices de 1:6. A densidade-número variou (de 5 para 7) mais uma vez, junto com a densidade-compressão (de 0,15 para 0,2). Essas três elipses são formadas cada uma por um eixo maior composto pelos segmentos de reta (A_1B figura geométrica 3a, C_1D para a figura geométrica 3b e E_1F para a figura geométrica 3c) que possui valor também igual a 4. Além desses segmentos de reta, existe o ponto de ataque inferior representado por A para a figura geométrica 3a, C para a figura geométrica 3b e E para a figura geométrica 3c. Também um ponto de ataque superior A_2 para a figura geométrica 3a e C_2 para a figura geométrica 3b e E_2 para a figura geométrica 3c.

Abaixo, a representação, sem a perda de suas generalidades, das figuras isoladas e compostas descritas nesse sub-capítulo:

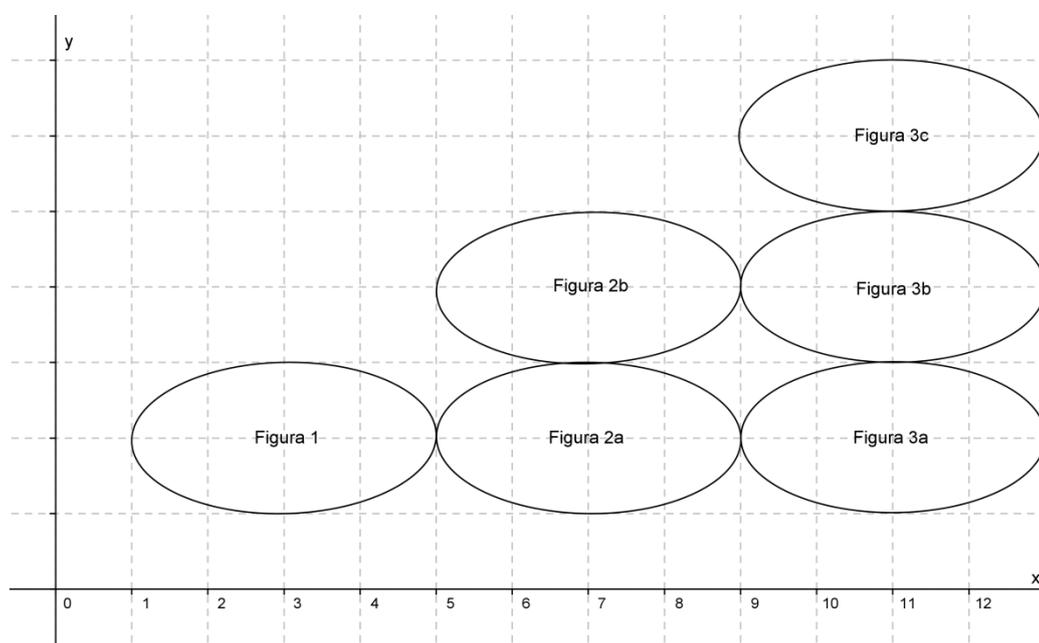


GRÁFICO 32: Disposição das figuras geométricas simples e compostas da Parte C de *Transmutações III* sem a perda de generalidades para cada figura.

O GRAF. 33, em seguida, apresenta o comportamento das densidades, referentes às figuras descritas anteriormente:

Transmutações III - Parte C/Densidades

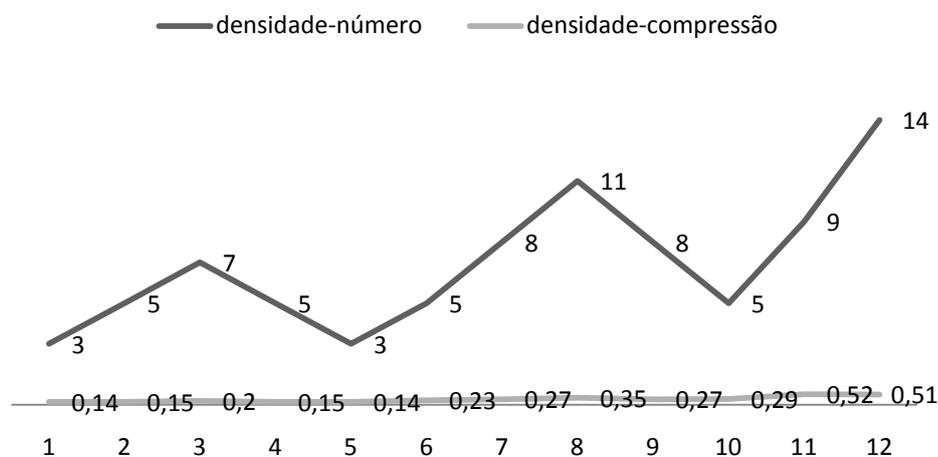


GRÁFICO 33: Disposição das densidades, compressão e número, de todas as figuras geométricas simples e compostas da Parte C de *Transmutações III*.

3.1.4 Parte D

Na **Parte D** de *Transmutações III*, temos a presença de quadrados, triângulos, octógonos e losangos, sobrepostos nessa ordem em um mesmo plano (representação composta). Existe um movimento de rotação de 45° em sentido horário para todas as quatro figuras geométricas que perfazem um total de seis representações compostas nessa última parte.

A primeira representação de figuras geométricas dessa quarta parte é formada por um quadrado, um triângulo, um octógonos e um losango que compartilham um mesmo plano cartesiano, onde temos:

TABELA 38

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 1a, 1b, 1c e 1d - Parte D	Frequência	Altura
a_{19}	466,164Hz	Si_{b4}
a_{18}	440,000Hz	$Lá_4$
a_{17}	415,305Hz	$Lá_{b4}$
a_{16}	391,995Hz	Sol_4

a_{15}	369,994Hz	Fá# ₄
a_{14}	349,228Hz	Fá ₄
a_{13}	329,628Hz	Mi ₄
a_{12}	311,127Hz	Mi _{b4}
a_{11}	293,665Hz	Ré ₄
a_{10}	277,183Hz	Dó# ₄
a_9	261,626Hz	Dó ₄
a_8	246,942Hz	Si ₃
a_7	233,082Hz	Si _{b3}
a_6	220,000Hz	Lá ₃
a_5	207,652Hz	Lá _{b3}
a_4	195,998Hz	Sol ₃
a_3	184,997Hz	Fá# ₃
a_2	174,614Hz	Fá ₃
a_1	164,814Hz	Mi ₃

Percebe-se, através dos dados expostos, que a relação entre os índices desse eixo das ordenadas é de 1:1. Para a determinação de cada um dos segmentos de retas do quadrado, figura geométrica 1a, (AB, A₁B₁, A₂B₂, A₃B₃ e A₄B₄) todos tiveram o mesmo valor, ou seja, 4 compassos. Para o triângulo, figura geométrica 1b, tivemos os seguintes valores correspondendo aos respectivos segmentos de reta: CD = 8 compassos, C₁D₁ = 6 compassos, C₂D₂ = 4 compassos, C₃D₃ = 2 compassos e C₄, que representa a cúspide do triângulo como ponto de ataque. O octógono, figura geométrica 1c, tem a seguinte relação entre seus pontos: para EF = 1 compasso, E₁F₁ = 3 compassos, E₂F₂ = 3 compassos e E₃F₃ = 1 compasso. E o losango, figura geométrica 1d que se encontra na parte superior desse conjunto de figuras, teve os seguintes valores em seus três segmentos de retas: G₁H = 2 compassos G₂H₁ = 4 compassos, G₃H₂ = 2 compassos; as duas cúspides, inferior e superior, G e H₃ respectivamente, corresponderam a um ponto de ataque.

Como podemos observar, estamos lidando ao mesmo tempo com uma alta densidade-número (19) e com a máxima densidade-compressão (1).

Na segunda representação composta de figuras geométricas dessa Parte D, temos:

TABELA 39

Pontos dos eixos das ordenadas, a distância entre eles, suas frequências e alturas correspondentes.

Figura Geométrica 2a, 2b, 2c e 2d - Parte D	Frequência	Altura
b_{19}	523,251Hz	Dó ₅
b_{18}	493,883Hz	Si ₄
b_{17}	466,164Hz	Si _{b4}
b_{16}	440,000Hz	Lá ₄
b_{15}	415,305Hz	Lá _{b4}
b_{14}	391,995Hz	Sol ₄
b_{13}	369,994Hz	Fá _{#4}
b_{12}	349,228Hz	Fá ₄
b_{11}	329,628Hz	Mi ₄
b_{10}	311,127Hz	Mi _{b4}
b_9	293,665Hz	Ré ₄
b_8	277,183Hz	Dó _{#4}
b_7	261,626Hz	Dó ₄
b_6	246,942Hz	Si ₃
b_5	233,082Hz	Si _{b3}
b_4	220,000Hz	Lá ₃
b_3	207,652Hz	Lá _{b3}
b_2	195,998Hz	Sol ₃
b_1	184,997Hz	Fá _{#3}

A relação entre os índices desse eixo das ordenadas se mantém em 1:1 e se manterá assim por toda a parte. Agora o quadrado sofreu uma rotação em sentido horário de 45° e se transformou em um losango. Assim, os valores dos três segmentos de retas desse losango são: $A_1B = 2$ compassos $A_2B_1 = 4$ compassos, $A_3B_2 = 2$ compassos; as duas cúspides, inferior e superior, A e B₃ respectivamente, correspondem a um ponto de ataque. Para o triângulo, também rotacionado em 45°, temos os seguintes valores: C que é uma cúspide equivale a um ponto de ataque, $C_1D = 1$ compassos, $C_2D_1 = 2$ compassos, $C_3D_2 = 3$ compassos, $C_4D_3 = 4$ compassos. O octógono tem a seguinte relação de valores: para $EF = 1$ compasso, $E_1F_1 = 3$ compassos, $E_2F_2 = 3$ compassos e $E_3F_3 = 1$ compasso; observe-se que, mesmo rotacionado, o octógono não perde suas propriedades para o parâmetro tempo. E, por fim, o quadrado, que se encontra na parte superior dessa representação composta de figura geométrica resultado da rotação em 45° do losango 1d, que para a determinação de cada um dos seus segmentos de retas, figura geométrica 2d, (GH, G₁H₁, G₂H₂, G₃H₃ e G₄H₄), tiveram o mesmo valor, ou seja, 4 compassos. A alta densidade-número (19) e máxima densidade-compressão (1) são mantidas.

Segue a representação linear, sem a perda de suas generalidades, das duas representações composta de figuras geométricas descritas nesse último trecho:

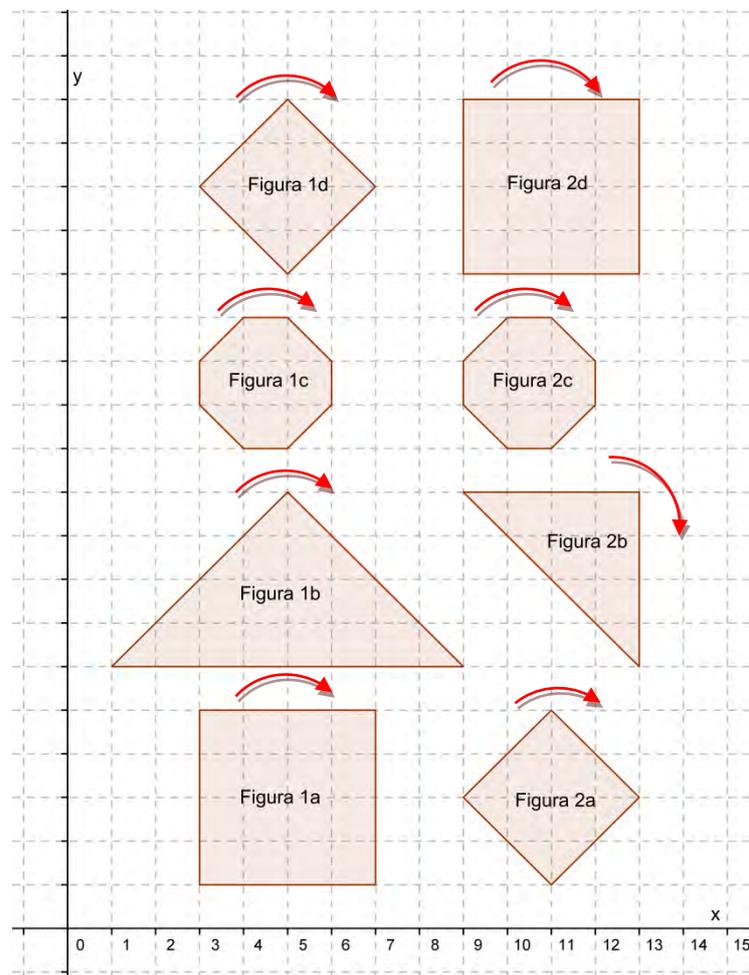


GRÁFICO 34: Disposição das figuras geométricas simples e compostas da quarta e última parte de *Transmutações III*.

Logo, temos o GRAF. 35 dispondo o comportamento das seis figuras geométricas que compõe a **Parte D** de *Transmutações III* com o comportamento de ambas as densidades:

Transmutações III - Parte D/Densidades

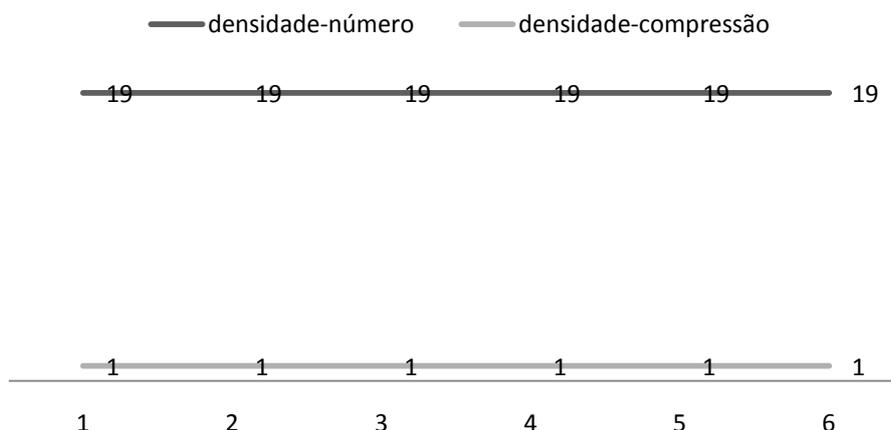


GRÁFICO 35: Disposição das densidades compressão e número de todas as figuras geométricas compostas que compõe a Parte D de *Transmutações III*.

Vemos aqui que ambas as densidades, número e compressão, se mantêm constantes durante toda a Parte D.

3.2 A Realização Musical

A última peça do ciclo *Euclidianas, Transmutações III*, foi composta por quatro partes (A, B, C e D) e possui duração aproximada de 9 minutos. As figuras geométricas e o tratamento dado a elas (superposição e rotação) determinam o comportamento dos agregados sonoros. Por consequência, cada uma das quatro partes também englobou um resultado musical próprio que é fruto não só dos parâmetros estabelecidos para cada figura em particular (densidades, tipos etc.), mas também de outros parâmetros essenciais à estruturação do discurso musical como dinâmica e timbre.

A organização macro-estrutural de cada uma delas partiu de procedimentos de formação de agregados em texturas cordais sustentadas, heterofônicas e micro-polifônicas interagindo simultaneamente uma sobre a outra em justaposição e interpolação, respectivamente, relacionados com as partes **A**, **B** e **C**. A aplicação da manutenção por todo trecho de textura justaposta em amálgama está ligado à **Parte D**.

3.2.1 Parte A

Ao observarmos os momentos iniciais da **Parte A**, que é caracterizada inicialmente pela mudança abrupta dos agregados cordais para micro-polifônicos, vemos que o trecho se inicia com apenas duas alturas em entrada abrupta, distantes uma da outra de 25 alturas, o que caracteriza uma baixa densidade-compressão. Essa característica está relacionada com a figura geométrica 1 da Parte A, um quadrado, que se encontra disposta no GRAF. 21 da pág. 69. Sua realização musical foi destinada aos metais, formando uma tênue e rápida entrada formada pelas alturas dispostas na TAB. 24 da pág. 69 em voz sustentada cordal que gerou o primeiro compasso da peça.

As alturas que se seguem são resultados da figura geométrica 2, GRAF. 22, pág. 69. Agora as alturas, representadas na TAB. 25 pág. 70, se comportam em entrada gradual. Estão novamente nos metais, respectivamente pela *Tuba* e *Trombone*, com comportamento diferenciado da estrutura anterior pela articulação da altura em *trillo*. A percussão reforça sua entrada com o ataque da *Queixada* anunciando o novo agregado que surgirá em micro-polifonia, conforme demonstrado na FIG. 17.

O próximo agregado acompanhado pela percussão com o *Woodblock* e *Clave*, que vai do compasso 3 ao 4, está novamente em micro-polifonia e é formado pelas alturas dispostas na TAB. 26 da pág. 70. Segue-se, então, outro agregado composto com as alturas idênticas ao da figura geométrica anterior, ver TAB. 27, pág. 71. Ela é a quarta figura geométrica desta Parte A, agora em textura cordal articulada pelo trêmulo nas cordas que surge de forma gradual e é posteriormente decomposta de forma abrupta. A entrada de cada uma das alturas desse agregado está acompanhada na percussão pela *Gran cassa* e pelo *Prato a2*.

Observa-se que o comportamento do planejamento geométrico está associado à alternância entre quadrados e triângulos e ao processo de aumento gradual horizontal e vertical, que resultou num acréscimo da densidade-número diretamente proporcional aumento de sua duração no espaço temporal musical. Veja figura:

FIGURA 17: Primeiros momentos de *Transmutações III* da Parte A, compasso 1 ao 6 composto de quatro agregados.

Após a abrupta conclusão do agregado gerado pela figura geométrica 4, GRAF. 24 da pág. 71, a nova figura geométrica se iniciou, de forma também abrupta, através de duas alturas tocadas pelas madeiras, *Oboés* e *Clarinetes*, outro agregado que vai se caracterizar pelas vozes em micro-polifonia. Esse agregado foi gerado por um octógono, GRAF. 25 pág. 72, formado por quatro alturas dispostas na TAB. 25 da pág. 70, e vai se iniciar com duas vozes simultâneas seguidas de mais duas que contribuirão para o adensamento deste trecho e que se decompôs pelo mesmo processo. A percussão no *Prato suspenso* pontua a estrada das vozes, e a *Clave* adensa a estrutura micro-polifônica recebendo no último compasso, compasso nove, o apoio do *Prato* em rulo. Podemos verificar essa descrição na FIG. 18, em seguida.

O peso deste agregado estará destinado aos instrumentos que compõe a família das madeiras. Desta forma, como já descrito, as duas primeiras alturas estão sendo tocadas pelos *Oboés* e *Clarinetes* e as demais pelos *Fagotes* e *Flautas* respectivamente.

The image shows a musical score for measures 7 to 9 of the fifth aggregate in *Transmutações III - Parte A*. The score is arranged in five systems. The first system contains Fl. I & II, Ob. I & II, and B♭Cl. I & II. The second system contains Trom. I & II. The third system contains Perc. II, with sub-staves for Triângulo A2 and Prato suspenso. The fourth system contains Perc. III, with a sub-staff for Grav. caixa. Dynamics are marked as *mf*, *f*, and *mf* across the measures. The notation includes various rhythmic values, slurs, and accents.

FIGURA 18: Quinto agregado de *Transmutações III* - Parte A, compasso 7 ao 9.

O sexto agregado gerado pelas figuras geométricas 6a e 6b, GRAF. 26 pág. 73 (compassos 10 a 12), surge simultaneamente de forma abrupta; ele é formado pela justaposição de dois agregados com texturas diferentes, cuja fusão dessas duas texturas torna difícil o claro delineamento de sua composição. Podemos ver sua descrição na FIG. 19 da pág. 90.

Nele interagem as alturas em textura sustentada cordal disposta nos metais e formada pela figura geométrica do triângulo, com a textura em micro-polifonia no *Oboé* e *Flauta*, gerada por um retângulo, o que caracteriza uma representação composta de figuras geométricas. O número de alturas, densidade-número (5), que compõem esses agregados continua a crescer, bem como a sua densidade-compressão (0,12).

As alturas que compõem esse agregado se encontram na TAB. 26, pág. 70. Na percussão os *Pratos a2* pontuam momentos do agregado junto com o *Triângulo*, enquanto a *Clave* dá suporte novamente ao processo de micro-polifonia gerado pela figura geométrica 6a.

FIGURA 19: Sexto agregado de *Transmutações III* - Parte A, compasso 10 ao 12 caracterizado como figura geométrica composta formada por um retângulo e um triângulo.

Assim, como resultado musical das seis figuras geométricas em suas representações isoladas e compostas, apresentadas no tempo linear como figuras geométricas 1, 2, 3, 4, 5, 6a e 6b, representadas no GRAF. 25 da pág. 72, respectivamente, temos os doze primeiros compassos de *Transmutações III*. O elemento unificador estará reservado ao processo de alternância entre texturas micro-polifônicas, cordais sustentadas e articuladas que, pouco a pouco, vão se sobrepondo. Isso gerou um composto de texturas que iniciou nos metais, perpassou pelas madeiras e cordas e seguiu mais adiante, novamente, nos metais e nas madeiras.

3.2.2 Parte B

Essa parte de *Trasmutações III* está caracterizada pela justaposição dos agregados, e que teve como intuito estabelecer contrastes entre texturas. No GRAF. 30 pág. 78, temos a representação do planejamento geométrico formado por cinco figuras geométricas em suas representações individuais e compostas. Ela se inicia com um quadrado, que resultou na realização musical do compasso 68, que vai gradualmente se transformando por aumentação.

Nessa primeira figura geométrica, figura geométrica 1, temos as alturas dispostas na TAB. 27 da pág. 71 que deixam claro sua baixa densidade-compressão (0,03). Essa composição de alturas, que vai de uma região grave com frequência de $73,4162\text{Hz}$, (Ré_2) até outra região bem mais aguda em $1760,00\text{Hz}$ (Lá_6), foi destinada às cordas.

Na segunda figura geométrica, onde temos um quadrado que sofreu um processo de aumento tanto horizontal quanto vertical, o agregado é composto das alturas dispostas na TAB. 28 da pág. 72 e foi responsável pela realização musical dos compassos 69 e 70. Esse processo de aumento irá resultar diretamente em um crescimento na densidade-número (3) e na disposição temporal do agregado.

Esses dois agregados se alternam entre textura cordal sustentada e micro-polifônica, se iniciando nas cordas numa distância de 36 alturas, ou seja, uma densidade-compressão baixa (0,03). O segundo agregado em micro-polifonia, gerado pela figura geométrica 2, além de fornecer um contraste de textura e timbres, vai gerar uma diversidade de alturas, densidades e espaço temporal.

Nesse trecho, o primeiro agregado foi acompanhado do ataque do *Tamtam* pontuando seu surgimento e o segundo recebe o acompanhamento do *Triângulo* que dá suporte a textura micro-polifônica possibilitando maior volume e colorido ao agregado (compasso 68 ao 70). Podemos verificar isso na FIG. 20 em seguida.

A terceira figura geométrica, uma figura geométrica em sua representação composta, é formada por dois quadrados e surge novamente de forma abrupta. Eles dão prosseguimento à tênue composição das quatro alturas dessa textura cordal sustentadas (respectivas alturas na TAB. 29, pág. 73). Destinado aos metais, esse agregado tem o *Prato suspenso* na percussão para enfatizar sua entrada, seguindo em rulo até duas alturas finais em semicolcheia, ou seja, ele acompanha integralmente o desenvolvimento da textura.

A quarta figura geométrica, também uma representação composta, formada pelas figuras geométricas 4a e 4b, sofre outro processo de aumento depois de sobreposta, mas agora apenas para a figura geométrica inferior (4a). Esta estrutura foi formada das alturas da TAB. 30 pág. 75. A partir desse ponto, o processo de transformação por superposição e aumento será composto de três figuras.

Nesse conjunto de agregados, as alturas se movimentam acompanhadas de um processo de diminuição na densidade-compressão. As alturas se deslocam em um âmbito que valoriza as frequências graves, destacando o contraste entre timbres que parte das madeiras, passa pelos metais e chega às cordas com a *Clave* em rulo, dando também suporte à textura cordal articulada. Esse agregado está desenvolvido dentro dos compassos 68 e 73.

FIGURA 20: Seis primeiros compassos de *Transmutações III* da Parte B, compasso 68 ao 73.

Nos compassos 74 e 75, teve início um processo textural criado a partir de uma representação composta, que gerou as alturas que constam na TAB. 31, pág. 76. A textura em micro-polifonia, aqui novamente apresentada, contrasta com o agregado anterior disposto em textura cordal e com a orquestração.

A percussão destinada ao *Woodblock*, aqui acompanha e dá suporte à textura micro-polifônica do agregado, tendo alguns acentos métricos deslocados para fugir do pulso regular da música, conforme exemplificado na figura seguinte.

FIGURA 21: *Transmutações III* - Parte B, compasso 74 ao 75.

Este trecho revela o comportamento musical de praticamente toda a Parte B de *Transmutações III*, e dentro dessas características que abordamos, as que estão relacionadas com as densidades se manterá por toda a parte, ocorrendo modificações apenas na figura geométrica, pois a partir da décima quarta figura geométrica tem início o mesmo processo com triângulos.

3.2.3 Parte C

Esta penúltima parte está composta de texturas micro-polifônica e heterofônica e se inicia com a entrada gradual dos agregados. As primeiras figuras geométricas que geraram os agregados que compõem essa parte se encontram no GRAF. 32 pag. 76, onde encontramos uma representação individual de figura geométrica, figura geométrica 1, que mais adiante se sobrepôs, gerando representações compostas de figuras geométricas (2a e 2b; 3a, 3b e 3c).

O primeiro agregado foi gerado pela figura geométrica de uma elipse e é formado pelas alturas dispostas na TAB. 32, pág. 76. O conjunto de alturas revela uma densidade-compressão baixa (0,14) e está em textura micro-polifônica. Com sua região mais grave no *Oboé* e a mais alta no *Piccolo*, a altura intermediária é destinada as *Flautas*.

Como visto, o agregado se compõe de forma gradual e é decomposto também da mesma forma. Ele está disposto nos compassos 170 a 173 e está pontuado na percussão pela *Clave* em semicolcheias, pelo *Triângulo* em quintinas e pelo *Woodblock* em sextinas, todos dando suporte a micro-polifonia disposta nas madeiras. Aqui se buscou uma distorção do tempo através do deslocamento de acentos métricos. Podemos verificar isso na FIG. 22, logo abaixo.

FIGURA 22: *Transmutações III* - Parte C, compassos 130 ao 133.

O segundo agregado é resultado do processo de superposição gradual da figura geométrica que gerou o agregado anterior, ou seja, agora temos duas elipses, uma sobreposta a outra. Temos então a mesma entrada gradual das alturas, mas com uma densidade-compressão agora maior (0,15). A forma como esse agregado será decomposto também será feito de forma gradual.

Agora tem início um processo de cânone textural onde a textura micro-polifônica do primeiro agregado (compasso 130 a 133) sai das madeiras e é apresentada mais adiante nos metais (compassos 134 a 137). Nesse momento, simultaneamente, também é apresentada uma textura heterofônica em *frullato* nas madeiras (compassos 134 a 137) para ser reapresentada novamente logo em seguida nos metais (compassos 138 a 141). Aqui existe uma estrutura textural que gravita em torno das alturas dispostas na TAB. 32 da pág. 76. A distância entre cada uma das alturas agora cobre quase a distância de 33 alturas.

Estamos dentro da família dos metais e das madeiras simultaneamente, explorando a região intermediária das alturas. A percussão pontua esses agregados

valorizando as características sonoras de cada um deles, mas sem evidenciar qualquer linha em particular, ou seja, um instrumento tem como finalidade realçar ambos agregados. O objetivo é fazer com que a massa sonora pareça um aglomerado só, e pra isso se utilizou o *Triângulo* que dá suporte à micro-polifonia, a *Caixa* em rufo, *Prato suspenso* em ataque e depois rulo e a *Queixada* também em ataque com predominância em tempos fracos.

FIGURA 23: *Transmutações III* - Parte C, compassos 134 ao 137.

O terceiro agregado foi gerado pela terceira representação composta de figuras geométricas (3a, 3b e 3c). Desta forma, a entrada das alturas será feita de forma gradual que paulatinamente se adensa. Por consequência, sua decomposição será feita de forma também gradual (compassos 138 a 141).

O cânone textural se desenvolve. Agora a mesma textura micro-polifônica se encontra nas cordas, o agregado heterofônico anterior sai das madeiras e é apresentado nos metais, novamente em *frullato*. Então, surge um novo agregado heterofônico nas madeiras com estrutura rítmica diferenciada.

Nesse agregado, resultado da terceira figura geométrica dessa parte, a massa sonora se adensa e gravita em torno das alturas da TAB. 34, pág. 77. A distância entre cada uma das alturas agora gera uma densidade-compressão um pouco mais alta (0,2), comparada ao agregado anterior.

Agora o agregado abrange as três famílias da orquestra, os metais, as madeiras e as cordas, explorando uma região mais ampla das frequências que vai dos $130,813\text{Hz}$ ($\text{D}\acute{6}_3$) ao $1.046,50\text{Hz}$ ($\text{D}\acute{6}_6$).

A percussão pontua esses agregados, valorizando as características sonoras de cada um deles, mas sem evidenciar qualquer linha em particular como no agregado anterior. As texturas micro-polifônica e a heterofônica são reforçadas pela *Caixa* em rufo, e os ataques do *Prato a2* e da *Queixada* pontuam as duas texturas, conforme demonstrado abaixo.

FIGURA 24: *Transmutações III* - Parte C, compassos 138 a 141.

3.2.4 Parte D

A última parte de *Transmutações III*, compassos 192 a 223, está composta de textura micro-polifônica que interage ao mesmo tempo com uma textura heterofônica e cordal sustentada, formando um amálgama textural de alta densidade (compressão e número).

Em virtude da densidade-número (19), os agregados sempre abrangem as três famílias da orquestra. As alturas nos metais iniciam a parte de forma gradual, composta por textura heterofônica, com as alturas dispostas na TAB. 38 da pág. 82/83, e geradas

pela figura geométrica de um triângulo, figura geométrica 1b, GRAF. 34 pág. 85. Aqui, a entrada gradual se dá tendo em vista a disposição da base CD, deste triângulo, estar paralela ao eixo das abscissas.

Os outros dois agregados, figuras geométricas 1a e 1c, também GRAF. 34, estão em micro-polifonia e são gerados pela figura geométrica de um retângulo, figura geométrica 1a, que terá a entrada de seu agregado em forma abrupta, e um octógono, figura geométrica 1c. Por último um losango, figura geométrica 1d, que também surge de forma gradual e é composto de textura heterofônia distribuídas nas três famílias dos instrumentos (cordas, metais e madeiras). Essas três figuras são também formadas pelas alturas encontradas da TAB. 38. Observa-se que nessa parte todas as figuras geométricas são representações compostas formadas por quatro figuras geométricas; essa característica irá manter-se por toda essa parte.

Este conjunto de alturas formado por seis agregados revela, como visto no planejamento geométrico, uma disposição musical onde há um nível elevado de densidade-compressão (1) e densidade-número (19). O primeiro deles com sua região mais grave no *Contrabaixo* e a mais alta nos *Flautas I e II*.

A percussão (*Clave, Triângulo e Woodblock*) pontua a textura micro-polifônica do agregado atacando-a em contratempo e acentuando-a, de forma a romper com a continuidade da estrutura imposta pela métrica regular. A presença contínua do *Tímpano* dá suporte tanto à textura micro-polifônica quanto à heterofônica, mas aqui a percussão atua mais no intuito de conferir cor e volume a linha heterofônica dos *Trombones I e II*.

FIGURA 25: *Transmutações III* - Parte D, compassos 192 ao 199.

O segundo agregado é resultado do processo de rotação em 45° , sentido horário, da primeira representação composta de figuras geométricas que gerou o primeiro agregado musical deste movimento, agora figura geométrica 2a, 2b, 2c e 2d. Tivemos entrada gradual das alturas para as figuras geométricas 2a, um quadrado rotacionado que se converteu em um losango, e 2b, um triângulo rotacionado com sua base C_4C perpendicular ao eixo das abscissas, gerando entrada gradual do agregado. A entrada de forma abrupta para as duas primeiras alturas ocorre em 2c e em todo agregado gerado pela figura geométrica 2d. Observe-se que nesse octógono, que sofreu o mesmo processo de tratamento disposto para as duas outras figuras geométricas, terá resultado musical semelhante ao da figura geométrica 1c.

Nesse agregado as alturas gravitam em torno daquelas constantes na TAB. 36, pág. 80. A distância entre cada uma se mantém, e se manteve por toda a parte, com máxima densidade-compressão (1).

Estamos novamente dentro da família dos metais, madeiras e cordas, explorando a região intermediária das alturas.

A percussão pontua esses agregados através do *Prato a2* que alternam entre ataques em tempo deslocado e rulo, a *Clave* dá suporte à textura micro-polifônica e o *Triângulo* também dando suporte à textura polifônica, especificamente a linha das *Trompas II e IV*. O objetivo é adensar o volume sonoro do aglomerado, deslocar o tempo e dar cor ao agregado.

FIGURA 26: *Transmutações III* - Parte D, compassos 200 ao 203.

Agora podemos elaborar um quadro onde teremos descrito o comportamento da dinâmica e instrumentação observado do início ao final de cada parte, com a descrição do número de compassos.

QUADRO 3

Disposição geral da dinâmica, instrumentação, tipos de figuras geométricas, dentre outras características de *Transmutação III*.

Partes	A	B	C	D
Compassos	01 - 67	68 - 112	113 - 191	192 - 219

Instrumentação	Cordas - Madeiras, Metais		Metais -		Metais e Cordas – Todas famílias da orquestra		Todas famílias da orquestra	
Dinâmica	Início <i>mp</i>	final <i>mp</i>	Início <i>mp</i>	final <i>f</i>	Início <i>mf</i>	final <i>f</i>	<i>mp</i>	<i>fff</i>
Figuras	<i>Quadrado, retângulo, triângulo e losango.</i>		<i>Losango, retângulo e paralelogramo</i>		<i>Quadrados e triângulos</i>		<i>Losango, Quadrado e Triângulo</i>	
Tipos de Figuras	<i>Representação individual e composta</i>		<i>Representação individual e composta</i>		<i>Representação individual e composta</i>		<i>Representação composta</i>	
Nº de Figuras	<i>17</i>		<i>26</i>		<i>12</i>		<i>5</i>	
Textura dos Agravados	<i>Sustentadas cordais e heterofônicas</i>		<i>Heterofônicas e homofônicas</i>		<i>Heterofônicas e sustentadas cordais</i>		<i>Heterofônicas, sustentadas cordais e micropolifônicas</i>	

Conclusão

Esta pesquisa fundamentou-se na aplicação de princípios da geometria plana analítica como elemento de formalização do processo composicional da obra *Euclidianas* que é formada por três peças: *Transmutações I, II e III*. Além da geometria, os conceitos de densidade-número e densidade-compressão estabelecidos por Berry (2007) e os processos texturais definidos por Wennestrom (1975) nortearam todo o discurso musical das três peças. Para a validação deste procedimento, adaptamos conceitos da matemática referentes à geometria plana analítica, estabelecendo parâmetros musicais que tornou possível a aplicação no processo. Na trajetória da pesquisa, foram publicados dois artigos em congressos (Veira e Alves (2008); Vieira e Alves (2009)) com as respectivas comunicações e debates, além da estreia da primeira peça da obra.

Dessa forma, podemos resumir o curso da pesquisa descrevendo os principais aspectos composicionais de cada peça. Ao tomar os gráficos das densidades apresentados, podemos concluir que, em *Transmutações I* houve uma variação na densidades, que se comportou da seguinte forma: para a Parte A, ela se iniciou com mínima densidade-número (2) e máxima densidade-compressão (1), e terminou com densidade-número (7) e baixa densidade-compressão (0,28), onde se alternaram agregados em textura micropolifônica e cordal em entrada e decomposição graduais. Já a Parte B iniciou com uma densidade-número intermediária (4) e com densidade-compressão em 0,57, embora mais alta que o final da parte anterior; ela terminou com uma densidade-número mais alta que a do início (10) e densidade compressão mais baixa (0,21), aqui os agregados também se alternam em textura micropolifônica e cordal sustentada. Essa variação se deu de forma abrupta em virtude das figuras geométricas escolhidas para o planejamento geométrico. A Parte A, a última parte da peça, iniciou com densidade-número um pouco menor (9) e densidade-compressão alta (1) terminando com a mínima densidade-número (2) e a mais baixa densidade-compressão (0,04) da parte com estrada e decomposição dos agregados, novamente em forma gradual, alternando entre textura micropolifônica e cordal sustentada.

Em *Transmutações II* a Parte A iniciou com densidade-número maior que a atingida na peça anterior (13) e densidade-compressão em 0,17 terminou com mínima

densidade-número (2) e máxima densidade-compressão (1). O comportamento da textura dos agregados contrasta entre a cordal sustentada e a heterofônica. A Parte B teve um comportamento das densidades diferenciado do que vinha acontecendo nos momentos anteriores, agora a densidade-número (4) permanece constante do início ao fim da parte, o mesmo ocorrendo com a densidade-compressão em seu valor máximo (1). A textura aqui foi tratada a partir de contrastes entre homofonia e heterofonia. A Parte C teve a densidade-número (6) constante para toda a parte, mas a densidade-compressão variou de forma abrupta entre seu valor máximo (1) e mínimo (0,1). Sua estrutura foi, predominantemente, formada de textura heterofônica com alguns poucos momentos de textura cordal sustentada.

Transmutações III iniciou com baixa densidade-compressão (0,08) e mínima densidade-número (2) e termina com máxima densidade-número em 14, e máxima densidade-compressão (1); seus agregados foram compostos basicamente a partir de textura cordal sustentada em contraste com micro-polifônica. A Parte B começou com mínima densidade-número (2) e baixa densidade-compressão (0,03) e terminou com alta densidade número (14) e máxima densidade-compressão (1). Foi também composta a partir de texturas cordais sustentadas e micro-polifônicas que se alternaram. A Parte C iniciou com uma densidade-número mais alta do que a do início da Parte B (3) e densidade-compressão em 0,14, terminou com a mais alta densidade-número (14) da peça com elevação também na densidade-compressão para 0,51. Foi composta a partir de textura heterofônica que, em alguns momentos, interagiram com texturas cordais sustentadas. A última parte da peça D iniciou e terminou com máxima densidade-compressão (1) e a mais alta densidade-número na obra (19)⁴³. Foi composta a partir de textura micro-polifônica e heterofônica que interagiram se sobrepondo e, algumas vezes, formando um amálgama que reproduz um colorido característico que foi resultado da soma de diferentes texturas.

Por conseguinte, consideramos o procedimento composicional aqui estudado e aplicado satisfatório, posto que as peças foram compostas dentro dos parâmetros estabelecidos e os resultados foram válidos tanto do ponto de vista musical quanto da pesquisa. A compreensão dos aspectos básicos que envolvem um processo

⁴³ Essa densidade-número alta em 19 tem como referência apenas o planejamento geométrico e a disposição das alturas dentro dos limites possíveis da frequência na disposição orquestral aqui tratada.

composicional formalizado foi de grande valia no aprendizado da utilização de ferramentas disponíveis e desenvolvidas na música do séc. XX.

Durante o planejamento observou-se uma uniformidade na distância entre as alturas, e isso se deu em virtude da utilização de apenas um plano cartesiano para cada figura ou grupo delas, mas existe a intenção de no futuro proceder com a utilização de múltiplos planos cartesianos interagindo em um mesmo espaço de tempo.

Observamos que, mesmo que haja uma crítica a respeito da rigidez no tratamento dos parâmetros de frequência e tempo, essa prática foi, e pode ser, muito útil na desconstrução de paradigmas e na busca de novos referenciais sonoros para o compositor.

As projeções futuras da pesquisa direcionam para uma visão mais aprofundada deste processo, tanto do ponto de vista dos aspectos matemáticos quanto na elaboração de novos procedimentos e adaptações para a implementação composicional. A pesquisa abre também um viés de aprofundamento da manipulação da textura timbrística orquestral na linguagem das massas sonoras ou na aplicação desses procedimentos na música eletroacústica. Vale ressaltar que essa prática também oferece um direcionamento analítico para se observar obras texturais.

Referências

- ABDOUNUR, J. O. *Matemática e Música: O pensamento analógico na construção de significados*, 3ª Ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.
- ADLER, Samuel. *The Study of Orchestration*. 3 ed. New York: W.W. Norton and Company, 1989
- ALVES, J. O. A Utilização da Técnica das Teias Estruturais na Composição da peça *Intensificações* para quinteto de metais e piano. *In Anais do XVII Congresso da ANPPOM*, Brasília, p. 1-9, Ago. 2007.
- ALVES, J. O.; ONOFRE, M. F. Aspectos Analíticos da Flutuação da Densidade na peça *Disposições Texturais N° 3*. *Revista Claves*, João Pessoa, nº 4, p. 25-36, 2007.
- ASSAYAG, G.; FEICHTINGER, H. G.; RODRIGUES, J. F. *Mathematics and music: A Diderot mathematical forum*. New York: Springer. 2002.
- AUGUST, Bertrand. Descarte's compendium on music. *Journal of the History of Ideas*. Pennsylvania. nº 1, v. 26, p. 119-132, 1965.
- BERRY, Wallace. *Structural Functions in Music*. New York: Dover Publications inc. 1987.
- BENSON, Dave. *Music: A Mathematical Offering*. 1 ed. England: Cambridge University Press. 2006/2008.
- BIANCHINI, Edwaldo, *Curso de Matemática*. 3 ed., v. único, Moderna, São Paulo, 2005. p. 186
- CHEMILLIER, M. *György Ligeti et la Logique des Textures*. *Analyse Musicale*, n. 38, p. 75-85, 2001.

COPE, D. *New Directions in Music*. Oxford: Brown & Benchmark Publishers, 1993.

FERRAZ, S. Análise de Percepção Textural: o Estudo n. 7 para sopros de Ligeti. *Cadernos de estudo: análise musical*, São Paulo: Atravéz, n. 3, p. 68-79, 1990.

GOLDSTEIN, M. Texture. In: *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*. London: MacMillan Publishers, 1980. v. 24, p. 323

GRIFFITHS, P. *Modern Music and After Directions since 1945*. Oxford: University Press Oxford, 1995.

HICKS, M. Cowell's clusters. *The Musical Quarterly*. Oxford: Oxford University Press, n. 3, v. 77, p. 428-458. 1993.

LIDSK, V. *Problemas de matemáticas elementares*. Russia: Editorial Mir Mouscú, 1983.

LIGETI, G. States, Events, Transformations. *Perspectives of New Music*, n. 1, v. 31, p. 164-171, 1993.

LOPES, Luís, *Manual de Progressões*. Interciências, Rio de Janeiro, 1998. Home-page: <http://www.members.tripod.com/caraipora/pgmuitiespecial.htm>

LUCAS, M. *Textura na Música do Século XX*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, UFRJ, 1995.

MICHEL, Pierre. *Györky Ligeti*. 2. ed. Paris: Minerve. 1995.

NARANJO, Michel; KOFFI, Assuh. Geometric image modeling of the musical object, *Electronic Art, Leonard. Supplemental Issue*, Massachusetts: MIT Press, v. 1, p. 69-72, 1988.

NELSON, D. *The Penguin Dictionary of Mathematics*. London: Penguin Books. 2003.

RANDEL, D. M. *The Harvard concise dictionary of music*. London: Harvard University Press, 2003.

REITMAN, Boris. *History of mathematical approach to western music*. 2005

ROADS, C. *Grammars as Representations for Music: Foundations of Computer Music*. Cambridge: MIT Press. 1985.

ROEDER J. A Geometric Representation of Pitch-Class Series. *Perspectives of New Music*, v. 25, n. 1/2, p. 362-409, 1987.

SENNA, C. N. *Textura Musical: Forma e metáfora*. Tese de Doutorado em Música, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

STRAUS, Joseph N. *Introdução a Teoria Pós-Tonal*. 2. ed. Tradução: Ricardo Mazzini Bordini. Prentice Hall. New Jersey. 2000. p. 188-189.

VIEIRA, Wander; ALVES, J. O. Considerações sobre a aplicação de Princípios da Geometria Plana no planejamento composicional. *In Anais do XVIII Congresso da ANPPOM*, Salvador, p. 372-377, Ago. 2008.

VIEIRA, Wander; ALVES, J. O. A Variação do Parâmetro Densidade no Planejamento Composicional Geométrico da Peça *Transmutações I*. *In Anais do XIX Congresso da ANPPOM*, Curitiba, p. 509-512, Ago. 2009.

WENNESTROM, M. *Form in Twentieth Century Music*. In: *Aspects of Twentieth Century Music*, ed. Wittlich, G. Englewood Cliffs, Prentice Hall. New Jersey, 1975: 1-65.

WESTERGAARD, Peter. *Geometries of sound in time: Music theory spectrum*. California: University of California Press, v. 18, n. 1. p. 1-12, 1994.

XENAKIS, I. *Formalized music: Thought and mathematics in composition*. New York: Pendragon Press, 1992.